Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8370155 A
Centre d'intérêt: 874

Militello, Alphonse.

Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène : [cahier du maître] / préparé par Alphonse Militello ; Lorraine Zajc ; conception graphique, Denis de Carufel ; [pour le Programme de perfectionnement des maîtres en enseignement professionnel, Université du Québec à Hull]. -- Hull : L'Université, 1981.
173, [21] f. : ill. ; 28 cm + jeu de cartes + cahier de l'élève (124 f. : ill.).

La couv. porte en outre: Secteur hydrothermie.

Cote Dewey: 671.52'07/M644n Cote LC: TS/228

Descripteur(s): *Enseignement professionnel *Techniques physiques *Matériel didactique *Guide pédagogique *Manuel scolaire *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Hydrothermie *Soudage *Acier

Les deux cahiers, qui constituent des documents d'appoint pour l'enseignement de l'hydrothermie, poursuivent les objectifs suivants: 1. chercher à répondre de façon plus adéquate aux besoins de l'élève inscrit au professionnel court, qui a besoin d'un traitement plus visuel de l'information; 2. fournir à l'enseignant en hydrothermie un modèle pour la planification de son enseignement; 3. sensibiliser l'enseignant à l'importance du choix des stratégies d'apprentissage, à l'aide de suggestions méthodologiques 4. sensibiliser l'enseignant à l'intérêt d'une diversification de l'approche pédagogique; 5. permettre à l'enseignant d'intégrer de façon plus rationnelle le matériel didactique existant; 6. fournir du matériel didactique dans le but de faciliter la tâche de l'enseignant.

La première partie du document traite des connaissances préalables requises pour rendre l'élève capable de monter et d'opérer un poste de soudage oxyacétilénique en respectant les règles de sécurité: composantes d'un poste de soudage, mode de fabrication des gaz employés, fonction de chaque composante, règlements de sécurité, identification des types de flammes, mise en marche du chalumeau; conséquences et emplois des diverses flammes sur l'acier doux. La deuxième partie est constituée par le module proprement dit, qui vise à rendre l'élève capable de réaliser en toutes positions des soudures autogènes sur pièces d'acier doux; ce module est divisé en objectifs spécifiques correspondant surtout aux diverses opérations de la soudure autogène. Le texte du cahier de l'élève est reproduit en entier dans le cahier du maître.

Type de document: d
Financement: Bénéficiaire - UQAH

Organisme(s) source(s) - MEQ-DGES
Programme(s) de subvention - PPMEP
Auteur de l'analyse: jr

E D U Q 8370155

Cahier du maître

NOTIONS DE SOUDAGE AUTOGÈNE DES ACIERS DOUX À L'OXYACÉTYLÈNE

Secteur hydrothermie

PPMEP

PROGRAMME
DE **P**ERFECTIONNEMENT
DES **M**AÎTRES
EN **E**NSEIGNEMENT
PROFESSIONNEL

Université du Québec à Hull

C.P. 1250, succ. 'B', Hull, Québec
J8X 3X7

NOTIONS DE SOUDAGE AUTOGÈNE DES ACIERS DOUX À L'OXYACÉTYLÈNE

PRÉPARÉ PAR:

Alphonse Militello
Lorraine Zajc

Conception graphique:

Denis de Carufel

Hull, mai 1981

AVANT-PROPOS

Le document "Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène" a été conçu par deux professeurs: un au secondaire en hydrothermie, l'autre en technologie éducative à l'université. L'un et l'autre ont mis leur expérience en commun dans le but de produire ces documents "cahier du maître", "cahier de l'élève" qui poursuivent les objectifs suivants:

1. chercher à répondre de façon plus adéquate aux besoins de l'élève inscrit au professionnel court

2. fournir à l'enseignant en hydrothermie un modèle pour la planification de son enseignement

3. sensibiliser l'enseignant à l'importance du choix des stratégies d'apprentissage

4. sensibiliser l'enseignant à l'intérêt d'une diversification de l'approche pédagogique

5. permettre à l'enseignant d'intégrer de façon plus rationnelle le matériel didactique existant

6. fournir du matériel didactique dans le but de faciliter la tâche de l'enseignant qui doit enseigner ce module au programme d'hydrothermie.

OBJECTIF 1 - répondre aux besoins de l'élève du professionnel court.

On doit comprendre les termes "besoins de l'élève" par la façon dont les élèves du groupe de professionnel court appréhendent l'information, la traitent et l'emmagasinent. L'hypothèse retenue au départ a été que cette catégorie d'élèves, afin de l'aider à surmonter des problèmes de manque de concentration et de difficulté de faire le transfert de la théorie à la pratique en atelier, avait besoin d'un traitement plus visuel de l'information. L'information à transmettre se devait également être davantage graduée et séquencée. C'est pourquoi, le contenu traité dans ce module a été divisé et sous-divisé en objectifs très précis, avec des exercices fréquents permettant le rappel ou le transfert des

connaissances et des évaluations sous diverses formes. Nous croyons que ce type de traitement de l'information augmentera l'intérêt de l'élève à poursuivre son apprentissage.

OBJECTIF 2 - fournir un modèle pour la planification de l'enseignement

Afin de faciliter la compréhension du module par les élèves, nous avons cru bon insérer une série de pré-requis au module comme tel. L'identification des connaissances préalables à l'introduction de nouvelles est un élément de planification de l'enseignement. La formulation des objectifs, le choix des stratégies d'apprentissage, l'opportunité et l'intégration de matériel didactique, les périodes d'atelier, l'évaluation sont d'autres éléments de planification de l'enseignement. Le modèle proposé de planification est la structure comme tel du cahier du maître/cahier de l'élève, c'est également les suggestions de stratégies pour chacun des objectifs. Il est à noter que cet ouvrage n'est pas conçu pour l'individualisation de l'enseignement. Le travail serait fort incomplet à cet égard. Les cahiers du maître/cahier de l'élève constituent plutôt une série de suggestions pour l'enseignant qui a à couvrir ce module dans son programme et qui désirerait avoir du matériel d'appoint différent ou ventiler ses propres démarches pédagogiques avec celles qui sont ici proposées.

OBJECTIF 3 - importance de choisir des stratégies d'apprentissage

Pour chacun des objectifs formulés, des suggestions méthodologiques sont incluses. Les suggestions methodologiques ont été faites dans l'esprit de l'hypothèse mentionnée à l'objectif 1, c'est-à-dire traitement visuel de l'information, activités d'apprentissage brèves et concrètes, évaluations et rappels fréquents. Une série de suggestions d'ateliers est incluse et des ateliers synthèses sont prévus. Les suggestions méthodologiques sont habituellement suivies par des courts textes d'information destinés à l'élève. Ces courts textes peuvent servir dans certains cas de synthèse au livre de base. C'est à l'enseignant de décider du mode de lecture que ses élèves auront à faire: en classe, à la bibliothèque, à la maison, avant l'introduction d'un sujet donné, pendant, après.

Il est à remarquer que toutes les informations contenues au cahier de l'élève apparaissent au cahier du maître **en caractère gras.** C'est également à l'enseignant de juger s'il doit remettre à l'élève, le cahier de l'élève intégralement ou lui remettre des pièces à être insérées au cartable au fur et à mesure de la progression du cours. Ces éléments font partie intégrante des choix de stratégies d'apprentissage. Chacun des enseignants dispose à sa façon des documents cahier du maître/cahier de l'élève.

OBJECTIF 4 - diversifier l'approche pédagogique

Tout en cheminant avec les élèves à travers la structure du module telle qu'elle a été établie, l'enseignant sera à même de vérifier les réactions des élèves face à divers exercices ou face à une organisation différente du travail à effectuer ou face à des activités d'apprentissage sous forme de jeu. Un feedback positif de la part des élèves par rapport àune stratégie d'apprentissage indiquera à l'enseignant qu'il doit retenir ou adapter cette stratégie à d'autres situations dans le cours de l'année.

Il est à remarquer que le module choisi se fait normalement en début d'année et que l'enseignant peut être à même de constater les modes d'organisation de travail qui conviennent le mieux au groupe d'élèves. Les notions acquises à l'intérieur de ce module sont également des notions de base auxquelles l'élève aura recours tout au long de l'année. Il est donc primordial que l'élève maîtrise ces diverses notions.

OBJECTIF 5 - intégrer du matériel didactique existant

Il est important de bien choisir le matériel didactique mais il est essentiel de savoir l'intégrer à l'activité d'apprentissage et de l'utiliser à des moments opportuns. A quelques reprises, l'enseignant trouvera des références de documents audiovisuels à être utilisés à des moments bien précis et des suggestions d'utilisation. L'utilisation qui sera faite des documents audiovisuels sera soit une utilisation - amorce c'est-à-dire une utilisation visant à donner à l'élève une vue d'ensemble de ce qui sera étudié en détail. On fera également une utilisation notionnelle de matériel didactique, c'est-à-dire que le matériel présente en détail l'information que l'étudiant doit maîtriser. Un dernier type

d'utilisation sera une utilisation - synthèse, le document servant de conclusion à un ensemble de connaissances acquises.

OBJECTIF 6 - fournir du matériel didactique

Le matériel didactique inclus aux cahiers vient sous forme d'acétates (cahier du maître), jeux de vocabulaire (cahier du maître), illustrations (cahiers de l'élève, cahier du maître).

En conclusion, nous espérons que ces cahiers puissent vous être utiles à vous et à vos élèves. Les documents n'ont pas été conçus pour devenir des manuels de base d'un module particulier. Ils doivent être considérés comme des documents d'appoint auxquels vous pourriez avoir recours et un modèle de structuration et de planification pour tous les autres modules du programme.

Suite à l'utilisation de ces documents nous aimerions recevoir vos commentaires et suggestions sur la feuille d'évaluation que vous trouverez à la fin du cahier du maître.

PRÉ-REQUIS AU MODULE "NOTIONS DE SOUDAGE AUTOGÈNE DES DES ACIERS DOUX À L'OXYACÉTYLÈNE"

OBJECTIF GÉNÉRAL

Rendre l'élève capable de monter et d'opérer un poste de soudage oxyacétylénique en respectant les règles de sécurité.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES:

1° Identifier les composantes d'un poste de soudage oxyacétylénique. 13
- .1- Identifer le cylindre d'oxygène 15
- .2- Identifier le cylindre d'acétylène 22
- .3- Identifier le manodétendeur d'oxygène 30
- .4- Identifier le manodétendeur d'acétylène 30
- .5- Identifier les boyaux 35
- .6- Identifier le chalumeau 38

2° Décrire le mode de fabrication des gaz employés en soudage oxyacétylénique. 47
- .1- Décrire le mode de fabrication de l'oxygène
- .2- Décrire le mode de fabrication de l'acétylène

3° Discriminer la fonction de chaque composante d'un poste à souder oxyacétylénique. 56
- .1- Décrire le rôle de l'oxygène
- .2- Décrire le rôle de l'acétylène
- .3- Décrire le rôle d'un manodétendeur
- .4- Décrire le rôle des boyaux
- .5- Décrire le rôle du chalumeau
- .6- Décrire le rôle des divers dispositifs de sécurité

4° Expliquer les règlements de sécurité en soudure. 63
- .1- Expliquer les règles de sécurité dans un atelier

.2- Expliquer les règles de sécurité dans le manieuvent de l'équipement de soudage

.3- Expliquer les règles de sécurité propre au soudage

5° Identifier les types de flammes. 71

.1- Identifier la flamme normale

.2- Identifier la flamme oxydante

.3- Identifier la flamme carburante

6° Mettre en marche un chalumeau en tenant compte des diverses étapes et des règles de sécurité. 76

7° Expliquer les conséquences et emplois des diverses flammes sur l'acier doux. 78

.1- Conséquences et emplois de la flamme normale

.2- Conséquences et emplois de la flamme oxydante

.3- Conséquences et emplois de la flamme carburante.

MODULE

Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène.

OBJECTIF GÉNÉRAL:

Rendre l'élève capable de réaliser en toutes positions des soudures autogènes sur pièces d'acier doux.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES:

1. Discriminer la soudure autogène de la soudure hétérogène. 83
2. Identifier l'acier doux. 89
3. Contrôler le bain de fusion. 98
4. Identifier les divers joints de base employés en soudure. 111
5. Souder à plat les divers joints de base. 116
6. Identifier les défauts en soudure. 130
7. Souder les divers joints en position horizontale. 134
8. Souder les divers joints en position verticale. 139
9. Souder les divers joints en position plafond. 149
10. Valoriser le travail accompli par l'élève. 155

HISTORIQUE

Nous avons jugé intéressant d'inclure un court texte portant sur l'historique de la soudure comme introduction au module "Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène" pour les élèves du professionnel court.

Les buts de ce texte sont de:

1. démontrer à l'élève que la soudure a une histoire;
2. faire réaliser que les outils actuels employés en soudure sont le fruit de longues recherches, s'étendant sur une période de plusieurs siècles;
3. montrer un exemple de collaboration internationale pour la recherche.

SUGGESTIONS D'UTILISATION:

- travail à la maison. Les élèves lisent le texte et répondent aux questions.
- corrections en classe.

L'HISTOIRE DE LA SOUDURE OXYACÉTYLÉNIQUE

Avant l'invention du soudage oxyacétylénique le seul moyen d'unir deux pièces de métal par la soudure était la forge.

Mais, si on remonte le cours de l'histoire humaine on peut se rendre compte que depuis que l'homme a réussi à assembler une pierre tranchante et un bout de bois à l'aide d'une corde, il a déclenché le processus qui a conduit aux procédés de soudage les plus modernes et les plus diversifiés.

Lavoisier en 1774 découvrit les propriétés de l'oxygène, et par là même, fournit des flammes à haute température.

Marcellin Berthelot mit au point la fabrication de l'acétylène en 1862, le prix de revient du mètre cube d'acétylène était cependant très élevé.

Plus tard Moissan par ses études sur le four électrique et la préparation du carbure de calcium devait faire tomber le prix de revient de l'acétylène dans un rapport de 1,000 à 1, ce qui permettait l'emploi industriel.

Le premier chalumeau du genre utilisant l'hydrogène semble bien avoir été celui de Robert Hare de Philadelphie en 1802.

En 1895, Henri Le Chatelier calcula la température de combustion d'un mélange à volumes égaux d'oxygène et d'acétylène, et cela lui donna l'idée de l'appliquer au soudage autogène du fer.

Un chalumeau à mélange externe fut construit. Ce fut un échec en raison de l'encrassement lié à la formation de carbone dur et compact par suite d'une mauvaise combustion.

C'est alors que Charles Picard résolut le problème en mélangeant préalablement les deux gaz.

Une difficulté apparut et faillit compromettre la nouvelle invention. Le chalumeau de Charles Picard était du type à haute pression et nécessitait par

conséquent de l'acétylène provenant de bouteille. Or après avoir essayé de transporter l'acétylène liquéfié dans des bouteilles, on dut renoncer bien vite à cette idée après quelques explosions.

Le problème d'emmagasinage de l'acétylène était posé. C'est alors que Hess et G. Claude eurent l'idée de dissoudre l'acétylène dans l'acétone.

Cependant, ceci ne suffisant pas à résoudre le problème, ce fut encore H. Le Chatelier qui apporta la solution en proposant de loger la solution dans un corps poreux qu'il réalisa lui-même. Le risque d'explosion était écarté et il devenait possible de transporter l'acétylène sans risque. La flamme oxyacétylénique partait à la conquête de l'industrie.

Edmond Fouché qui avait suivi de près les travaux de Charles Picard mit au point un chalumeau à basse pression.

Par ailleurs, la production de l'oxygène en quantité importante, grâce à la liquéfaction de l'air et sa distillation, suivant les travaux de Linde, en Allemagne, et de Georges Claude en France, accroissait encore, à partir de 1902 la diffusion de ce nouvel outil de travail.

En 1909, sont créés les "Cours techniques de formation".

En passant notons que l'American Welding Society n'existait pas encore, elle a été créée en 1919.

D'autres inventions furent mises au point pendant cette période de temps.

Exemples: L'arc électrique en 1881
L'électrode enrobée en 1910
L'oxycoupage en 1776.

Bibliographie: Revue, Soudage et techniques connexes, vol. 34 #5/6, mai-juin 1980, Paris.

EXERCICE

1. Lavoisier en _____ découvrit les propriétés de _____.

2. En 1862, _____ mit au point la fabrication de _____.

3. Charles Picard résolut le problème en _____ _____ les deux gaz.

4. Qui a fabriqué le premier chalumeau?

_____
_____
_____
_____
_____

5. Quels ont été les résultats des travaux de Henri Le Chatelier en 1895?

_____
_____
_____
_____
_____

6. Comment a été résolu le problème de l'emmagasinage de l'acétylène?

_____
_____
_____
_____
_____

PRÉ-REQUIS

1° IDENTIFIER LES COMPOSANTES D'UN POSTE DE SOUDAGE OXYACÉTYLÉNIQUE.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1° Introduire le document

"Le soudage oxyacétylénique", Hydrothermie I produit par le Service général des moyens d'enseignement, Ministère de l'Éducation du Québec. Souligner aux élèves les points principaux du document qu'ils vont voir et leur indiquer les aspects les plus importants de l'audio vision.

2° Projeter l'audiovision, diapositives # 1 à 36.

3.° Faire un tour de table pour discuter avec les élèves des informations relatives au poste à souder.

4.° Monter un poste à souder devant le groupe d'élèves.

1.1

IDENTIFIER LE CYLINDRE D'OXYGENE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. apporter le cylindre d'oxygène en classe.

   -La présentation de l'objet réel en classe permet aux élèves qui ont déjà vu un cylindre d'oxygène de s'en rappeler et permet à ceux qui n'en ont qu'une connaissance indirecte (soit par diapositives, photographies, affiches, etc.) d'avoir l'objet réel devant les yeux.

   -Pour l'enseignant qui décrira le fonctionnement de la valve et les règles de sécurité se rapportant à la manipulation du cylindre d'oxygène, la possibilité de s'appuyer sur l'objet concret en facilitera la présentation.

   -Suite à la présentation de l'information concernant le cylindre d'oxygène l'enseignant pourra se servir du cylindre comme instrument de familiarisation et de contrôle. Il pourra demander à quelques étudiants de la classe de manier le cylindre et la valve d'après les normes de sécurité présentées.

2. présenter les acétates à rabats "cylindre d'oxygène" (1.1 et 1.2) et "valve du cylindre d'oxygène" (1.3 et 1.4). La présentation de l'acétate "cylindre d'oxygène" (1.1 et 1.2) devrait se faire en même temps que la démonstration au moyen de l'objet réel. L'acétate représente la schématisation d'un cylindre et permet à l'élève de faire le lien entre l'objet réel et la schématisation. La présentation de l'acétate "valve du cylindre d'oxygène" (1.3) devrait également se faire en même temps que la démonstration au moyen de l'objet réel. Ici encore, l'acétate est une représentation en coupe d'une valve et l'enseignant tout en maniant celle-ci, peut démontrer à l'élève le fonctionnement interne de la valve au moyen de l'acétate. L'acétate "identification écrite de la valve du cylindre d'oxygène" (1.4) sera présenté à la suite, afin de permettre un rappel des notions, cette fois-ci sous l'angle de l'acquisition d'un vocabulaire technique précis.

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION

Demander à l'élève comme travail écrit à la maison, de décrire le fonctionnement de la valve du cylindre d'oxygène. L'élève dans son cahier a une illustration de la valve.

1.1 IDENTIFIER LE CYLINDRE D'OXYGÈNE

Le cylindre d'oxygène se compose:

1. du cylindre lui-même
2. d'une valve
3. d'un dispositif de sécurité
4. d'un chapeau protecteur.

1. Le cylindre est fabriqué en acier et on l'appelle souvent "bouteille". La taille de ce cylindre ou cette bouteille peut varier selon les besoins des clients. Il est de forme cylindrique et il est conçu pour résister à de fortes pressions.

2. La valve du cylindre d'oxygène est fabriquée en laiton et se visse sur le dessus du cylindre ou bouteille.
   Cette valve forme un raccord sur un côté afin d'y adapter le manodétendeur d'oxygène.
   Le filetage du raccord de la valve est à droite
   La valve comprend aussi un volant qui permet d'ouvrir ou de fermer le passage de l'oxygène dans le raccord.
   En opération de soudage, cette valve doit être ouverte complètement afin d'assurer un libre passage à l'oxygène et de prévenir les fuites grâce à son dispositif d'étanchéité.

3. Le dispositif de sécurité sur le cylindre d'oxygène se trouve placé à l'opposé du raccord sur la valve.
   Le dispositif de sécurité comporte un écrou hexagonal percé de petits trous. A l'intérieur de l'écrou se trouve un disque fait d'alliage qui a un point de fusion d'environ 120°C (250°F) et fond ou éclate sous une forte pression. Ce dispositif permet au gaz de s'échapper en cas de surchauffage du cylindre.
   Sans ce dispositif de sécurité, le cylindre risque d'exploser ou d'éclater en cas de surchauffe et risque aussi de blesser dangereusement les gens travaillant à proximité.

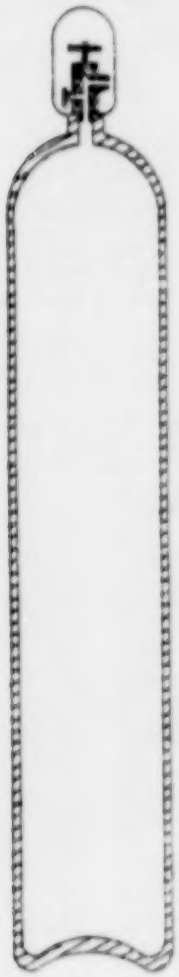
4. Le chapeau protecteur.

Tout comme son nom l'indique, le chapeau protecteur a le rôle de protéger la valve du cylindre contre les coups ou les chutes accidentelles du cylindre et de prévenir un accident grave. Ce chapeau protecteur est vissé sur le cylindre. Il ne doit pas servir de moyen ou de prise pour lever le cylindre car ses filets sont construits pour les coups de côté, non pour une traction verticale.

Sur les acétates, le cylindre d'oxygène est représenté en bleu. Mais en réalité, la couleur de celui-ci dépend des compagnies qui le fabrique. On peut voir des cylindres d'oxygène en rouge ou en noir.

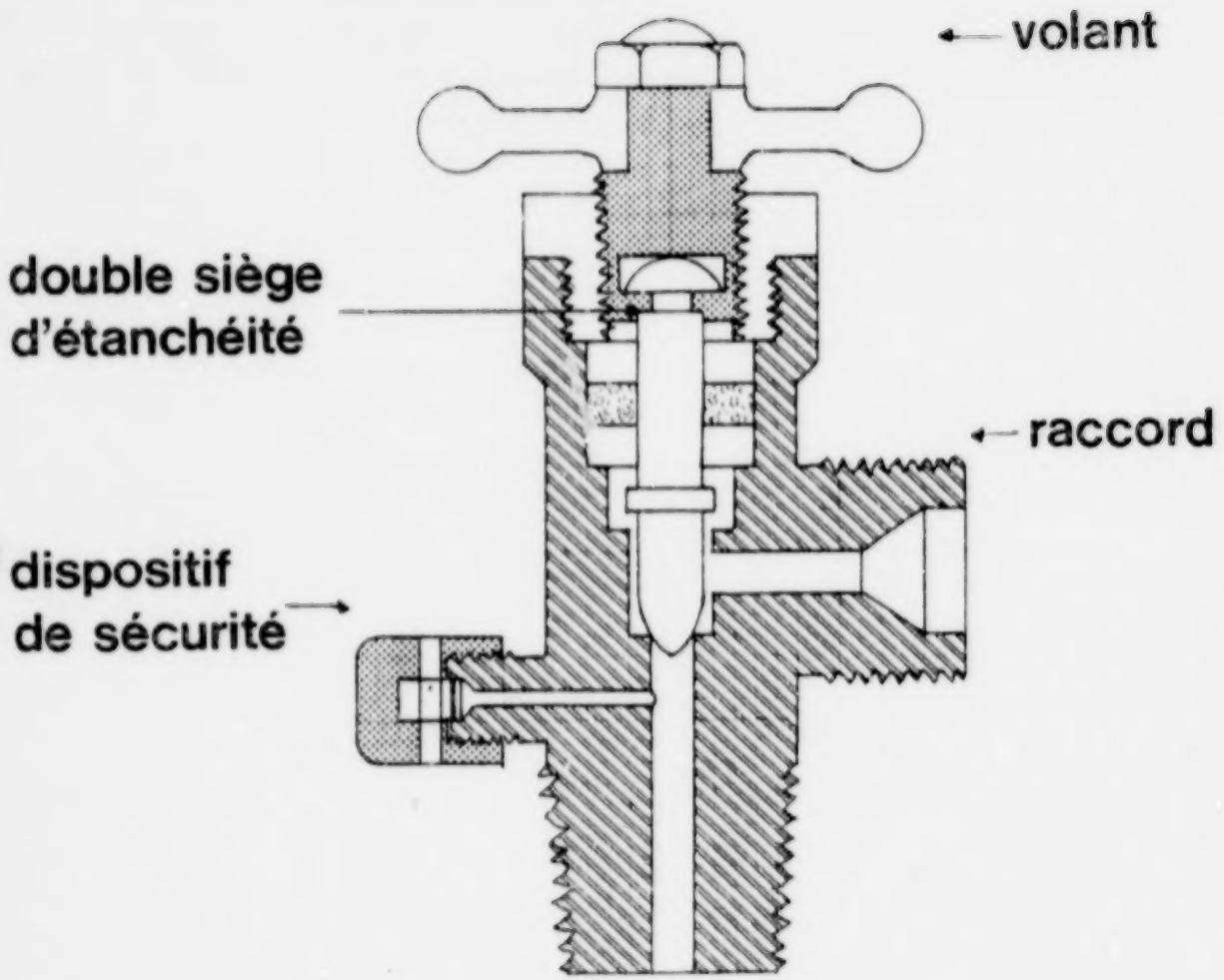
EXERCICE: CYLINDRE D'OXYGÈNE

1. Écrire le nom des parties du cylindre d'oxygène.



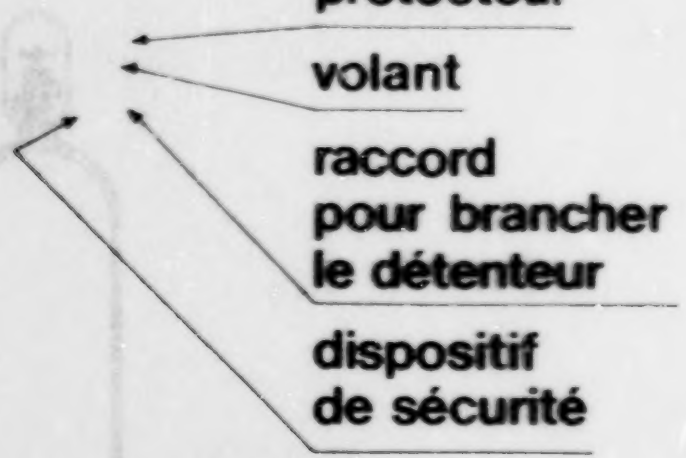
2. Colorer le cylindre

EXERCICE: LA VALVE D'OXYGÈNE

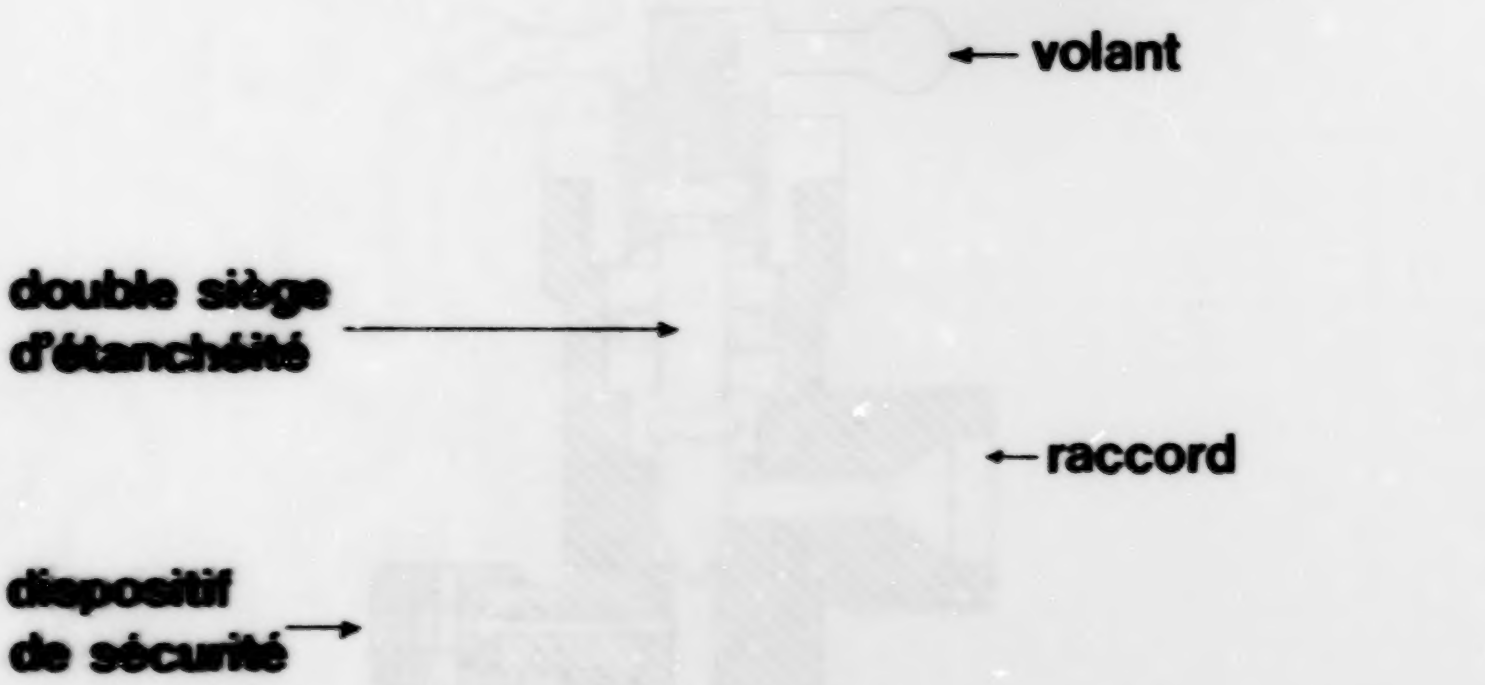


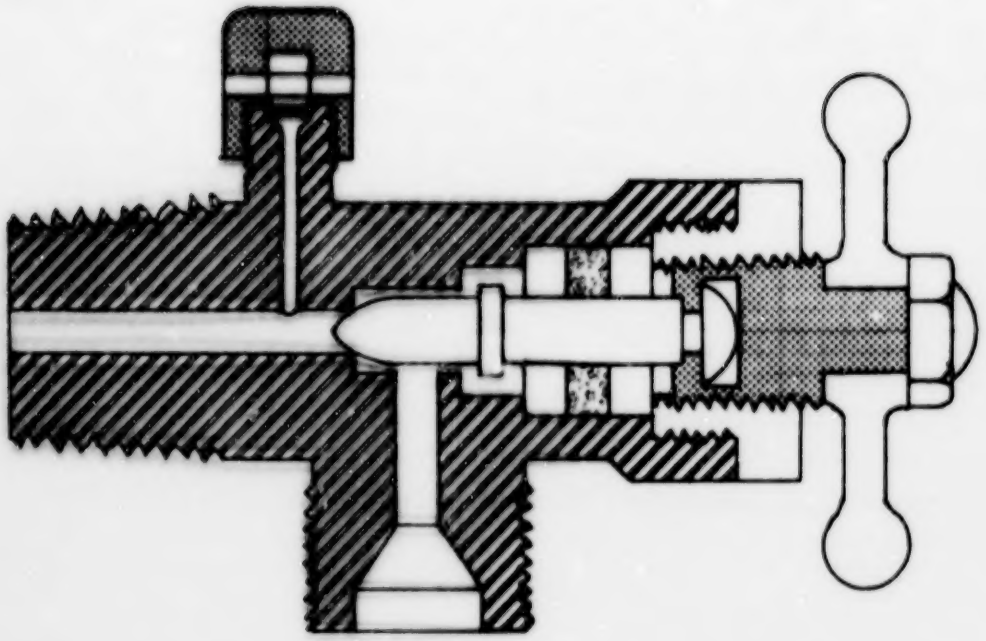
A partir de l'illustration de la valve d'oxygène, décrire le fonctionnement de la valve du cylindre d'oxygène.

CYLINDRE D'OXYGÈNE



VALVE DU CYLINDRE D'OXYGÈNE





1.2
IDENTIFIER LE CYLINDRE D'ACÉTYLÈNE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. apporter le cylindre d'acétylène en classe.
   - La présentation de l'objet réel en classe permet aux élèves qui ont déjà vu un cylindre d'acétylène de s'en rappeler et permet à ceux qui n'en ont qu'une connaissance indirecte (soit par diapositives, photographies, affiches, etc.) d'avoir l'objet réel devant les yeux.
   - Suite à la présentation de l'information concernant le cylindre d'acétylène, l'enseignant pourra se servir du cylindre comme instrument de familiarisation et de contrôle et demander à quelques étudiants de la classe de manier le cylindre et la valve d'après les normes de sécurité présentées.

2. présenter l'acétate "cylindre d'acétylène" (1.6). La présentation de cet acétate devrait se faire en même temps que la démonstration au moyen de l'objet réel. L'acétate représente la schématisation d'un cylindre et permet à l'élève de faire le rapport entre les deux.

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION:

- demander à l'étudiant de répondre aux 4 questions du cahier de l'élève. Si vous décidez d'accorder des points pour cet exercice, la question #4 devrait évaluée à 40 et 50% des points: la question #4 vérifie des éléments de sécurité.

1.2 IDENTIFIER LE CYLINDRE D'ACÉTYLENE

Le cylindre d'acétylène:

1° est un cylindre plus petit que celui de l'oxygène
2° est composé d'une valve
3° est composé d'un dispositif de sécurité
4° est composé d'un chapeau protecteur.

1. Comme le cylindre d'oxygène, le cylindre d'acétylène est fabriqué en acier mais les parois sont plus minces.
   Le cylindre d'acétylène est rempli de matières poreuses:
   -charbon de bois, ciment, bois de balsa, amiante, terre d'infusoires.

2. La valve du cylindre d'acétylène est fabriquée en laiton et se visse sur le dessus du cylindre. Cette valve forme un raccord sur un côté pour adapter le manodétendeur d'acétylène, mais le filetage du raccord de la valve visse vers la gauche.
   Cette valve comprend elle aussi un volant pour contrôler le passage de l'acétylène.
   Pendant le soudage, cette valve ne doit pas être ouverte de plus d'un tour afin d'éviter l'évaporation et l'écoulement de l'acétone dans le manodétendeur, les boyaux, le chalumeau et la soudure.

3. Le dispositif de sécurité du cylindre d'acétylène se compose de cinq écrous ou fusibles dont trois se trouvent dans le fond du cylindre. Les deux autres fusibles sont placés de chaque côté de la valve, sur le cylindre.
   Les fusibles sont remplis d'alliages qui entrent en fusion à 120°C (250°F) comme ceux du cylindre d'oxygène.
   Si une chaleur trop intense entoure le cylindre, l'alliage fond, et le gaz est libéré, ce qui prévient une dilation trop grande de l'acétylène dans le cylindre, ainsi qu'une explosion.

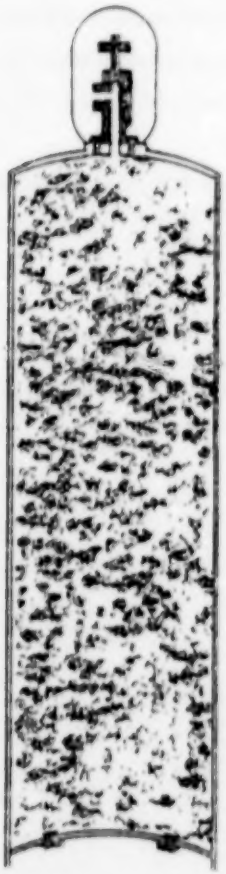
4. Le chapeau protecteur.

Tout comme son nom l'indique, le chapeau protecteur a le rôle de protéger la valve du cylindre contre les coups ou les chutes accidentelles du cylindre et de prévenir un accident grave. Ce chapeau protecteur est vissé sur le cylindre. Il ne doit pas servir de moyen ou de prise pour lever le cylindre car ses filets sont construits pour les coups de côté, non pour une traction verticale.

Le cylindre d'acétylène est représenté en rouge sur les acétates. Mais, comme pour le cylindre d'oxygène, la couleur dépend de la compagnie qui le fabrique. On retrouve le cylindre en brun marron ou en noir.

EXERCICE: ACÉTYLÈNE

1. **Écrire le nom des parties du cylindre d'acétylène.**



2. **Colorer le cylindre.**

3. **Identifier la composition des matières poreuses.**

_____

_____

_____

_____

4. Donner les raisons pour lesquelles la valve du cylindre d'acétylène ne doit être ouverte que d'un tour.

CYLINDRE D'OXYGÈNE ET D'ACÉTYLÈNE - SYNTHÈSE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. présenter comme rappel les cylindres d'oxygène et d'acétylène et simultanément, superposer les acétates correspondantes (1.2, 1.6). Faire remarquer aux étudiants les différences entre les deux types de cylindres.

2. rabattre les parties d'identification écrite correspondant aux deux cylindres (1.1 et 1.5)

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION:

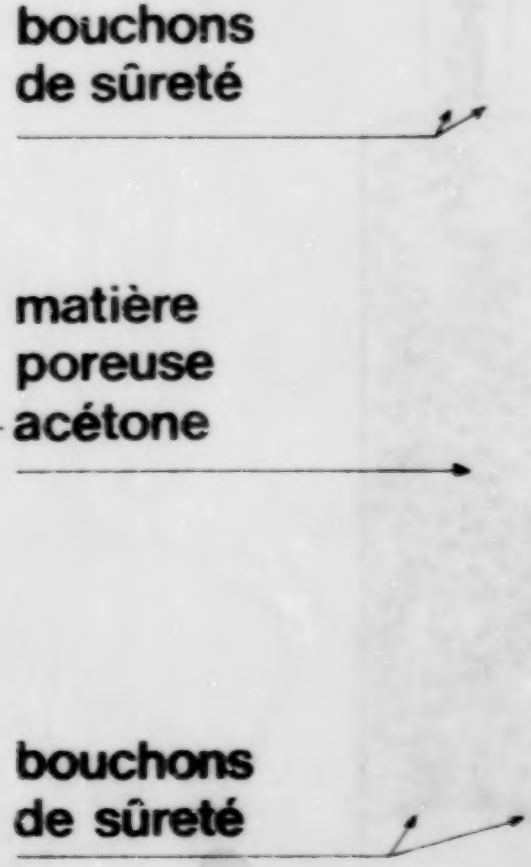
faire remplir à l'élève un tableau de différences entre les deux cylindres.

EXERCICE

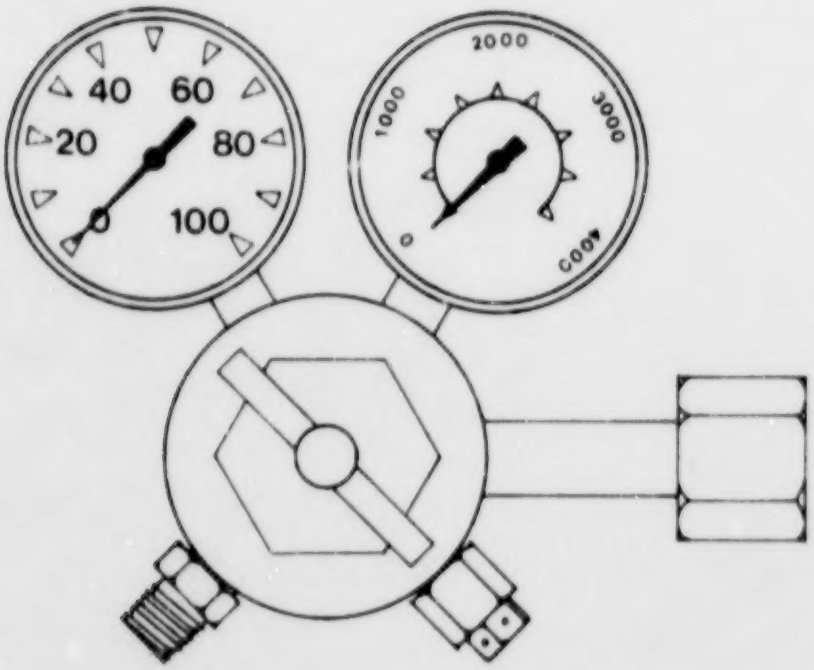
CYLINDRE D'OXYGÈNE	CYLINDRE D'ACÉTYLÈNE

1. Établir la liste des caractéristiques propres à chacun des cylindres et les mettre en parallèle si possible: exemple: couleur, forme, etc.

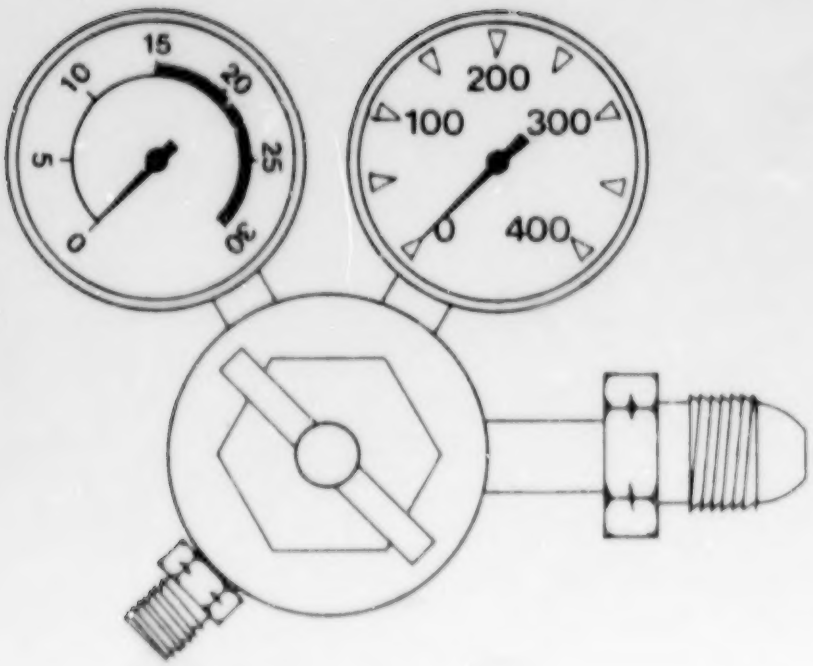
CYLINDRE D'ACÉTYLÈNE



Mano-détendeur d'oxygène


40
60
20
80
0
100
2000
1000
3000
0
4000

Mano-détendeur d'acétylène


0
5
10
15
20
25
30
0
100
200
300
400

1.3

IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'OXYGÈNE

1.4

IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'ACÉTYLÈNE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. apporter un manodétendeur d'oxygène et un manodétendeur d'acétylène en classe.

   Faire ressortir les différences entre les deux à partir de la démonstration des objets réels: exemple: graduation, couleur, filetage.

2. compléter la démonstration par la projection des acétates manodétendeur d'oxygène (1.7, 1.8) et manodétendeur d'acétylène (1.9, 1.10) afin de faire un retour sur les notions vues à la phase précédente et permettre à tous les étudiants de bien voir les manodétendeurs.

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION:

1. A partir des acétates, poser des questions d'identification aux élèves telles que par exemple:

   .de quel côté vissent les adapteurs du manodétendeur d'oxygène?

   .identifier l'échelle de haute pression du manodétendeur d'acétylène?

   .identifier l'échelle de basse pression du manodétendeur d'oxygène?

2. Demander à l'élève de remplir le tableau de comparaison inclus dans son cahier. Le travail peut se faire en classe ou à la maison.

1.3 IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'OXYGÈNE

Le manodétendeur comme son nom l'indique se compose de deux parties bien distinctes.

1. les manomètres
2. le détendeur.

1. -Le manomètre souvent nommé "cadran" comprend un manomètre (ou cadran) de haute pression gradué de 0 à 27576 kPa.
   -Un manomètre de basse pression gradué de 0 à 1379 kPa.

2. -D'une vis de réglage en forme de "T". Cette vis est filetée sur la tige centrale et visse dans le corps du manodétendeur.
   -Sur le corps du manodétendeur on retrouve:
   .un adapteur pour fixer le manodétendeur au cylindre
   .un autre adapteur sous le manodétendeur pour fixer le boyau d'oxygène.
   Les deux adapteurs ainsi que la majeure partie du manodétendeur sont en laiton. Les deux adapteurs vissent vers la droite et les écrous sont unis (sans encoche).

Le corps du manodétendeur est souvent peint de couleur bleue pour l'oxygène et rouge pour l'acétylène.

1.4 IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'ACÉTYLÈNE

Le manodétendeur d'acétylène a les mêmes composantes que celui d'oxygène sauf qu'il est gradué de 0 à 2758 kPa pour le manomètre de haute pression, de 0 à 207 kPa pour celui de basse pression et d'une vis de réglage en "T" filetée. Les adapteurs permettent de fixer le manodétendeur au cylindre d'acétylène et au boyau, mais les écrous vissent à gauche et sont encochés.

EXERCICE

Tableau de comparaison

MANODÉTENDEUR D'OXYGÈNE	MANODÉTENDEUR D'ACÉTYLÈNE

Faites la liste des caractéristiques des deux manodétendeurs: oxygène et acétylène en les comparant là où c'est possible - exemple: couleur.

1.5

IDENTIFIER LES BOYAUX

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. apporter un jeu de boyaux en classe et insister pendant la présentation sur le code de couleurs et la particularité des écrous.

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION

1. Quelles caractéristiques possède la partie
   a) qui se rattache à l'oxygène?
   b) qui se rattache à l'acétylène?

1.5 IDENTIFIER LES BOYAUX

Les boyaux sont fabriqués en caoutchouc renforcé pour résister aux pressions des gaz, en plus d'avoir à l'extrémité, des écrous pour chaque manodétendeur:

-à droite pour l'oxygène, écrou uni,

-à gauche pour l'acétylène, écrou encoché.

Les compagnies, pour éviter toute confusion, ont donné une couleur spécifique à chaque boyau:

vert ou bleu pour l'oxygène

rouge pour l'acétylène.

1.6

IDENTIFIER LE CHALUMEAU

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. apporter plusieurs types de chalumeaux de fabrications diverses.

2. apporter plusieurs buses de diamètres et d'usages différents (buse à souder, buse à couper, buse à chauffer).

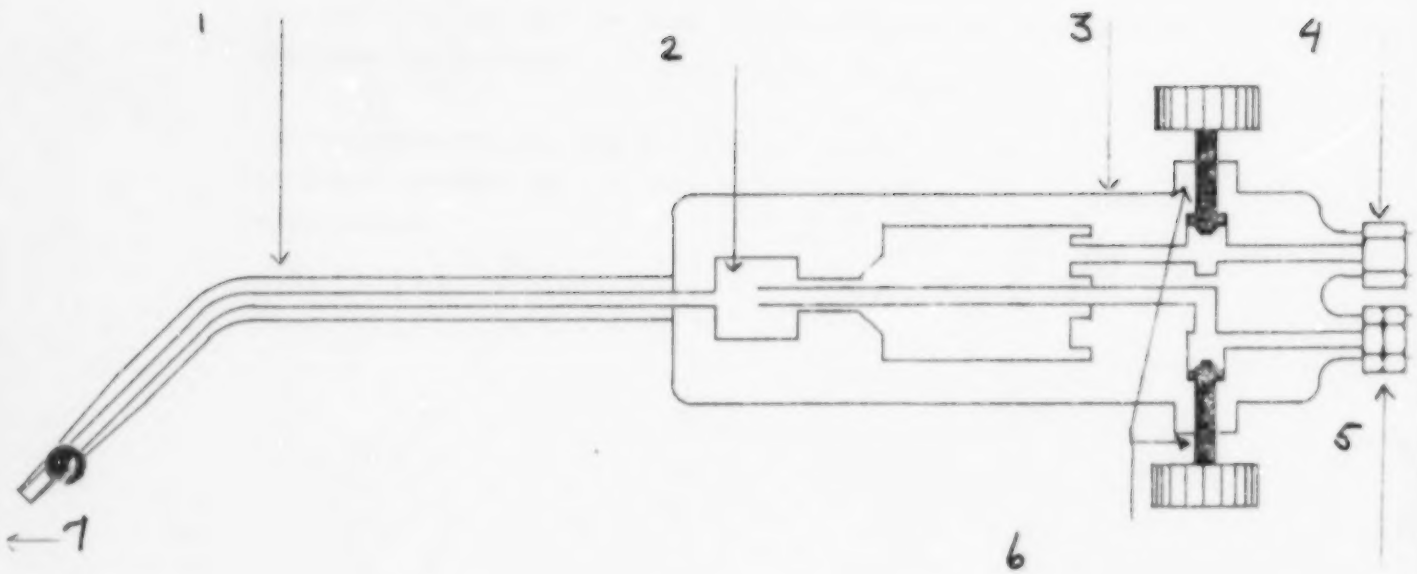
3. identifier les parties sur l'objet réel et projeter en même temps la schématisation du chalumeau (1.12) en ajoutant les parties explicatives concernant le circuit des gaz (acétates 1.13, 1.14).

4. en tout dernier lieu, projeter la partie "identification écrite des termes techniques" (acétate 1.11) en guise de rappel.

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION:

1. Faire compléter par l'élève, le schéma du chalumeau, inclus au cahier de l'élève. Ce travail pourrait être fait par petits groupes.

EXERCICE: LE CHALUMEAU



1. Écrire le nom des parties.

2. Colorer le parcours de l'oxygène et de l'acétylène jusqu'à la sortie de la buse.

3. Dessiner la flamme.

IDENTIFIER LE CHALUMEAU

Le chalumeau se compose de:

-deux entrées: une pour l'oxygène, une pour l'acétylène

-deux robinets à pointeau qui règlent le débit des gaz (oxygène et acétylène)

-un manche sur lequel les entrées et les robinets sont branchés

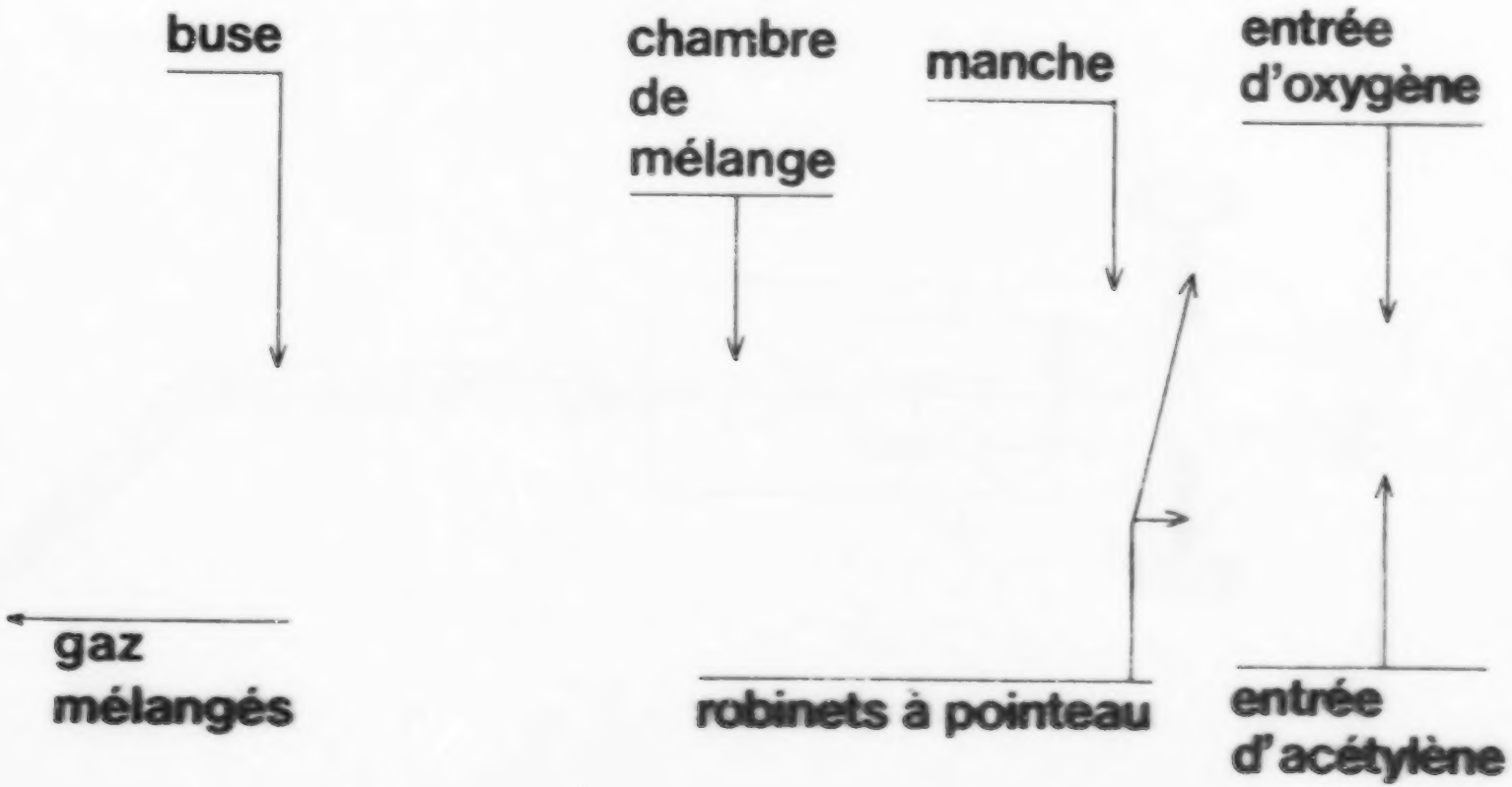
-une chambre de mélange

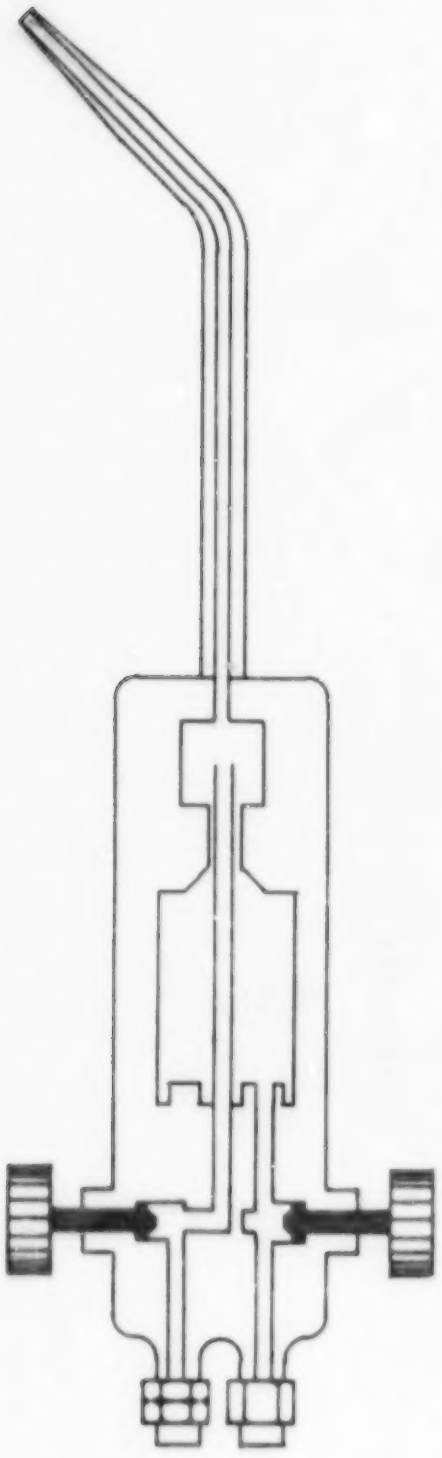
-une buse en cuivre rouge (les buses sont fabriquées en plusieurs dimensions et en plusieurs diamètres)

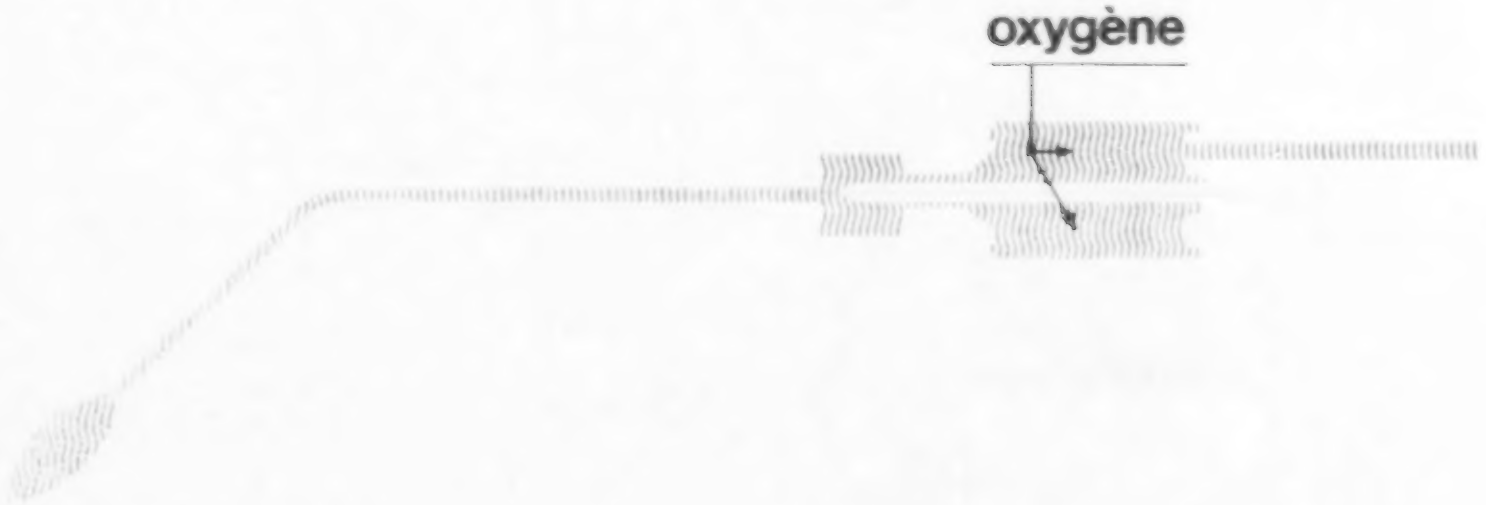
Les chalumeaux sont fabriqués en laiton.

Il existe sur le marché des chalumeaux à basse pression et des chalumeaux à haute pression.

CHALUMEAU


buse
chambre de mélange
manche
entrée d'oxygène
gaz mélangés
robinets à pointeau
entrée d' acétylène




oxygène

acétylène

SYNTHÈSE

OBJECTIF 1. IDENTIFIER LES COMPOSANTES D'UN POSTE DE SOUDAGE OXYACÉTYLÉNIQUE

EXAMEN 1

A la fin de cette section d'identification des composantes d'un poste de soudage oxyacétylénique, nous vous suggérons la banque de questions suivantes pour fabriquer un examen. Cette banque de questions pourrait servir également à une révision orale ou écrite.

1. A quoi sert le chapeau protecteur que l'on trouve sur les cylindres?

2. Pourquoi la valve du cylindre d'oxygène doit-elle être ouverte complètement?

3. A quoi servent les dispositifs de sécurité sur les cylindres?

4. A quel endroit retrouve-t-on le dispositif de sécurité sur le cylindre d'oxygène?

5. Identifier la composition des matières poreuses qui se retrouvent à l'intérieur du cylindre d'acétylène?

6. A quel endroit retrouve-t-on le dispositif de sécurité sur le cylindre d'acétylène?

7. Combien y a-t-il de fusibles de sécurité sur le cylindre d'acétylène?

8. Donner les raisons pour lesquelles la valve du cylindre d'acétylène ne doit être ouverte que d'un tour?

9. De quel côté se vissent les parties qui s'adaptent au cylindre d'acétylène?

10. Comment est graduée l'échelle de basse pression de l'oxygène (manodétendeur)?

11. Comment est graduée l'échelle de haute pression de l'acétylène (manodétendeur)?

12. Comment est graduée l'échelle de haute pression de l'oxygène (manodétendeur)?

13. Comment est graduée l'échelle de basse pression de l'acétylène (manodétendeur)?

14. De quelle couleur est le boyau d'oxygène?

15. De quelle couleur est le boyau d'acétylène?

16. Quelles particularités possède l'écrou du boyau d'oxygène?

18. Nommez deux types de chalumeaux.

19. Nommez les parties principales du chalumeau.

20. Comment les gaz sont-ils mélangés dans le chalumeau?

21. De quel métal fabrique-t-on les buses?

EXERCICE SYNTHÈSE OBJECTIF 1

1° L'exercice qui suit peut servir de synthèse et de rappel des différentes identifications des composantes du poste à souder vues par les élèves.

1. Découper les différentes composantes du poste à souder telles qu'elles sont présentées à la page suivante.

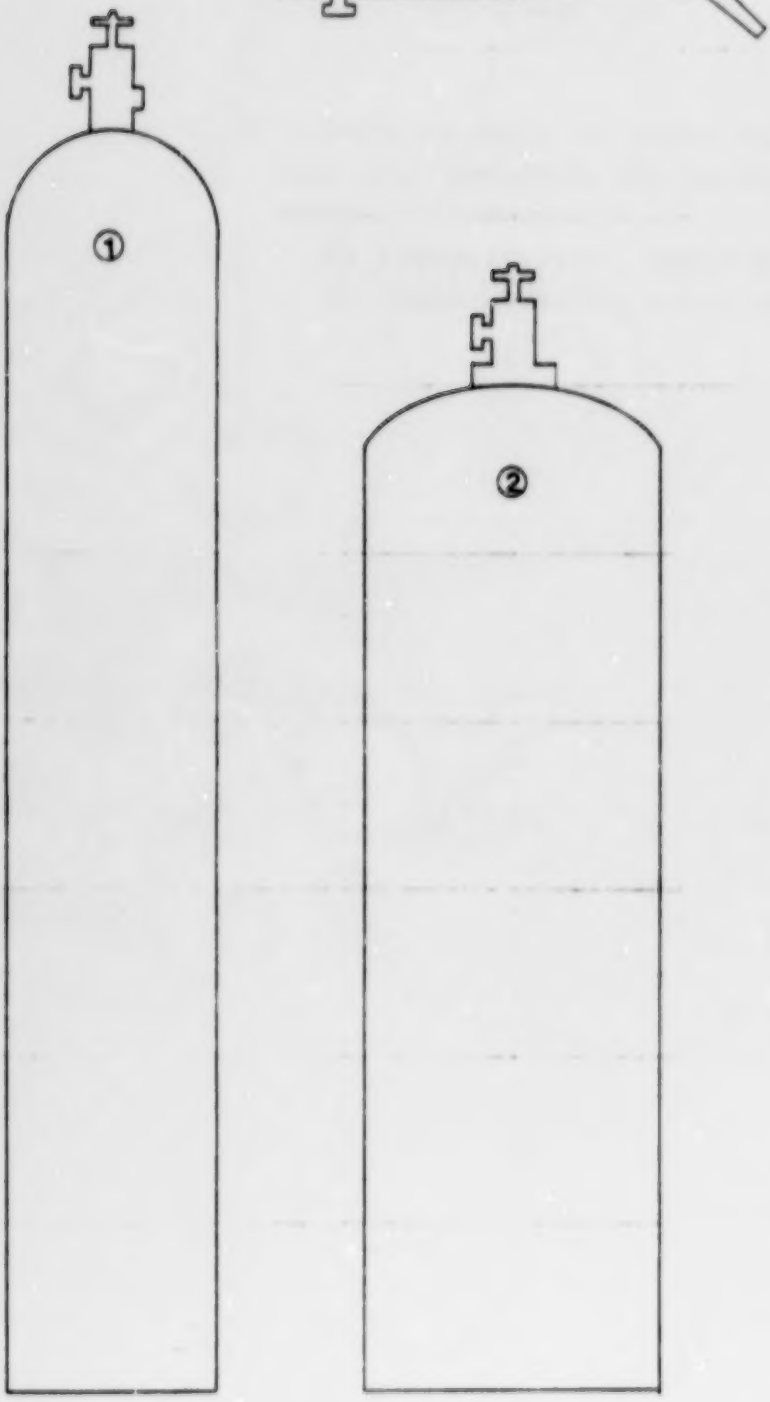
2. Assembler le poste à souder au moyen des différentes parties découpées.

3. Dessiner les parties manquantes.

4. Colorer les éléments selon le code de couleur.

5. Nommer les éléments du poste à souder.

2° Présenter en entier l'audiovision "Le soudage oxyacétylénique" Hydrothermie I, du S.G.M.E. Le document peut servir de rappel de ce qui a été vu tout au long de l'objectif I et en même temps, introduire les autres pré-requis. Le document d'accompagnement fourni avec l'audiovision serait également intéressant à utiliser soit comme rappel de ce qui a été vu ou introduction de ce qui vient.


①
②
③
30
400
④
100
4000
⑤

2° DÉCRIRE LE MODE DE FABRICATION DES GAZ EMPLOYÉS EN SOUDAGE OXYACÉTYLÉNIQUE

A) FABRICATION DE L'OXYGENE

B) FABRICATION DE L'ACÉTYLENE.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. Lecture du texte concernant les modes de fabrication de l'oxygène, par les élèves.

2. L'enseignant explique la fabrication de l'oxygène par un cours en classe en se servant de matériel didactique d'appoint si disponible.

3. Lecture du texte concernant les modes de fabrication de l'acétylène par les élèves.

4. L'enseignant explique la fabrication de l'acétylène par un cours en classe, en se servant de matériel didactique d'appoint si disponible.

5. A la fin de chacune des étapes d'explications de fabrication de l'oxygène et de fabrication de l'acétylène, l'enseignant peut vérifier l'acquisition des connaissances des élèves par quelques questions de vérification.

6. Les élèves relisent les textes, fabrication de l'oxygène et fabrication de l'acétylène, soit en classe soit à la maison.

7. Présentation de l'exercice qui peut être complété par groupe de 2 ou de 3 élèves.

8. Correction collective de l'exercice.

F) l'oxygène (O)

Ce gaz a été découvert par Scheele, un chimiste suédois. L'oxygène a les propriétés d'être un gaz inodore, incolore et ininflammable.

L'oxygène se retrouve dans l'air (20%) et dans l'eau (89%). La bande dessinée qui suit explique la composition de l'air.

Lorsque nous respirons, notre système sanguin transporte cet oxygène à nos parties vitales.

En soudure, nous avons également besoin de l'oxygène de l'air mais en plus grande quantité. Il existe deux méthodes de production d'oxygène en quantité importante. La première, par électrolyse de l'eau (cf. fig. 2.2) est une méthode beaucoup plus coûteuse.

La seconde méthode, soit la liquéfaction de l'air, est couramment employée dans l'industrie et permet l'extraction de l'oxygène en grande quantité mais à un coût moindre (cf. fig. 2.3).

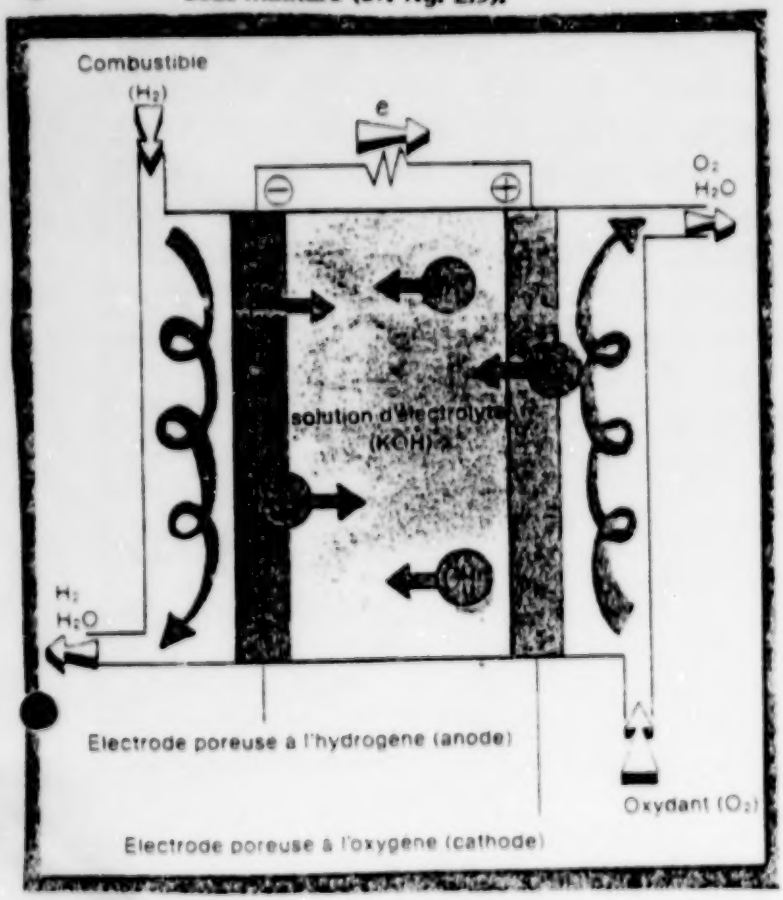


fig. 2.2
in Encyclopédie des sciences
Chimie, Paris, Atlas, 1976.

COMPOSITION DE L'AIR

fig. 2.1

LA FABRICATION DE L'OXYGÈNE

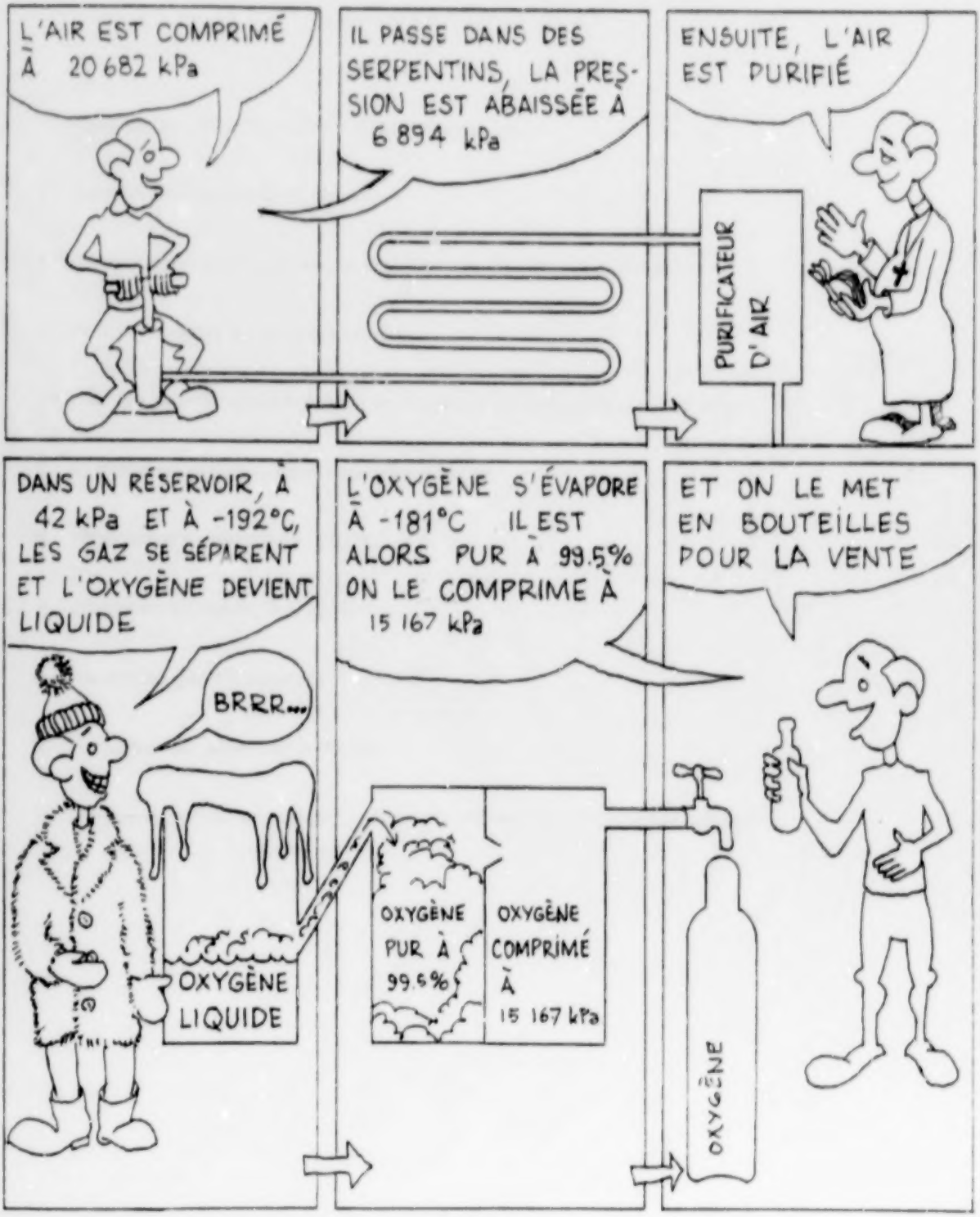


fig. 2.3

RÉSUMÉ - SYNTHÈSE DE L'OPÉRATION

LIQUÉFACTION DE L'AIR

La liquéfaction de l'air sert à extraire l'oxygène.

1° l'air est comprimé à 20,682 kPa

2° passe dans des serpentins, la pression est abaissée à 6,894 kPa

3° l'air est soumis à une purification

4° l'air est purifié et libéré dans un réservoir à basse pression (42 kPa)

5. la chute de pression rend l'oxygène liquide

6. l'opération se déroule à -192°C

7. l'oxygène s'évapore à -181°C

8. les autres gaz s'évaporent à -191°C

9. l'oxygène est alors pur à 99.5%

10. l'oxygène est comprimé à 5 167 kPa et mis en bouteilles commerciales.

b) l'acétylène

L'acétylène est un gaz combustible, incolore mais qui dégage une forte odeur d'ail.

Sa formule chimique est C_2H_2. On obtient l'acétylène par la combinaison de l'eau et du calcium.

"En 1892, Thomas L. Willson, un inventeur canadien, ayant raté une expérience dans laquelle il faisait chauffer dans un four électrique du calcaire et du coke, jeta dans un ruisseau derrière son atelier les déchets qu'il lui restait. Un gaz se dégagea de l'eau, c'était de l'acétylène. Il venait de découvrir par hasard un procédé peu coûteux de préparation de l'acétylène."*

Avant l'avènement des cylindres que nous connaissons aujourd'hui, l'acétylène était produite directement sur place par le soudeur, à l'aide d'un petit générateur d'acétylène et le taux d'accidents était malheureusement élevé à cause de la manipulation du générateur et du calcium.

Aujourd'hui, nous avons les cylindres d'acétylène qui sont fabriqués commercialement et livrés selon nos besoins. Pour fabriquer l'acétylène

"la chaux et le coke chauffés ensemble dans un four électrique fusionnent pour former une nouvelle substance: le carbure de calcium. Quand on met en contact du carbure de calcium et de l'eau on obtient un dégagement de gaz acétylène. Pour préparer l'acétylène on peut donc soit ajouter du carbure de calcium à de l'eau (fig. 2.4), soit verser de l'eau sur du carbure de calcium ce qui est le cas de l'appareil de la figure 2.5. Les appareils qui servent à préparer l'acétylène par l'une de ces méthodes sont des générateurs d'acétylène".

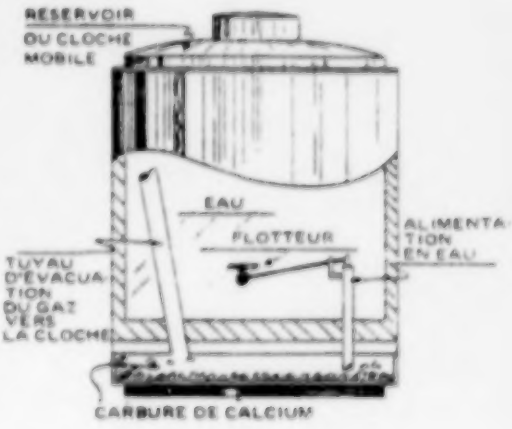


fig.2.5*

*Pender, Le soudage, McGraw-Hill.

FABRICATION DE L'ACÉTYLÈNE

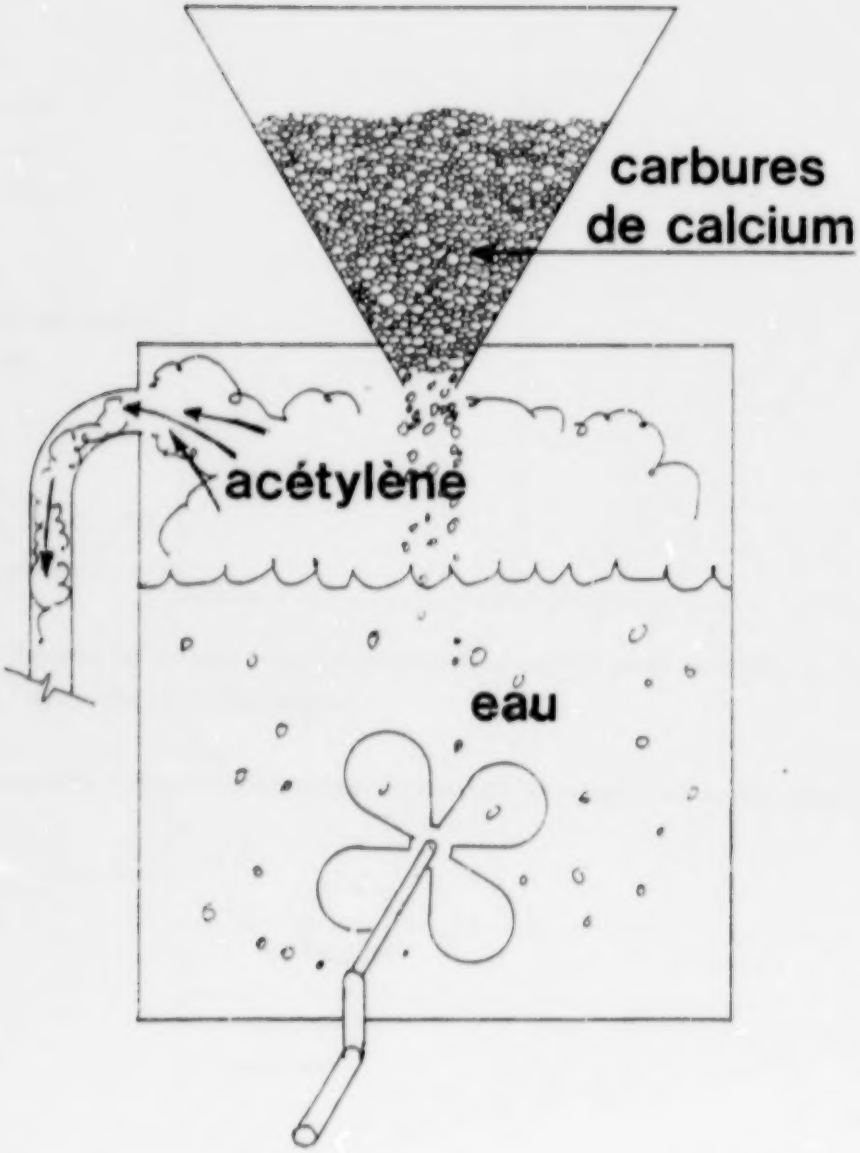


fig. 2.4

EXERCICE

	OXYGÈNE	ACÉTYLÈNE
1. chaux		
2. air		
3. calcium		
4. liquéfaction		
5. chalumeau		
6. électrolyse		
7. Willson		
8. Scheele		
9. basses températures		
10. explosions		
11. coke		
12. odeur		
13. cylindre		
14. pression		
15. four électrique		

A partir de la liste de termes jointe, classifier ces termes selon leur rôle ou leur relation avec l'oxygène et/ou l'acétylène.

Un terme peut être soit commun aux deux gaz ou soit appartenir à l'un des deux.

exemple:

	OXYGÈNE	ACÉTYLÈNE
eau	eau - élément de composition	eau - élément de fabrication

PRÉ-REQUIS

3° DISCRIMINER LA FONCTION DE CHAQUE COMPOSANTE D'UN POSTE A SOUDER OXYACÉTYLÉNIQUE

A) ROLE DE L'OXYGENE

B) ROLE DE L'ACÉTYLENE

C) ROLE DU MANODÉTENDEUR

D) ROLE DES BOYAUX

E) ROLE DU CHALUMEAU

F) ROLE DES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. Demander à l'élève d'étudier le texte de l'objectif #3. Discriminer la fonction de chaque composante d'un poste à souder oxyacétylénique. Cette étude pourra se faire à la maison.

2. Présenter le texte à l'élève comme étant un texte sur lequel il y aura soit un exercice oral, soit un examen.

3. L'exercice oral peut se faire de plusieurs façons:
   a) l'enseignant divise la classe en 2 équipes et lit les questions de l'exercice "Qui suis-je?". La première équipe qui répond correctement à la question obtient 1 point.
   b) l'enseignant recopie sur acétate les questions et les montre une par une. Un élève est choisi à tour de rôle pour répondre à la question posée.

4. L'enseignant qui décide d'employer l'exercice "Qui suis-je" comme examen peut utiliser la forme décrite plus haut c'est-à-dire, chaque question est mise sur acétate, présentée à la classe pendant quelques secondes et ensuite cachée. L'étudiant doit répondre par écrit en faisant preuve de rapidité et de compréhension de la question posée.

EXERCICE

QUI SUIS-JE?

1. Je permets de réduire la pression à la source.
2. Je n'ai ni odeur ni couleur.
3. Je produis la chaleur la plus élevée.
4. Sans moi, il n'y a pas de feu.
5. J'achemine les gaz au chalumeau.
6. Je me retrouve à quatre endroits sur le cylindre d'acétylène.
7. J'empêche le gaz de retourner dans le manodétendeur.
8. Je permets de régler le débit.
9. Je permets à la flamme de s'allumer.
10. Je permets l'écoulement du gaz en cas d'élévation de pression dans le cylindre.
11. J'ai une partie qui permet le mélange des gaz.
12. J'évite des explosions.
13. Je suis toujours sous une forte pression.
14. J'indique la pression de travail.
15. On peut me retrouver soit à l'une des deux extrémités du boyau, soit sur le cylindre.
16. Grâce à moi le soudeur peut souder en toute position.
17. Je relie le manodétendeur au chalumeau.
18. J'ai une odeur caractéristique.
19. Grâce à moi la soudure est possible.
20. J'indique la pression du cylindre.

3. Discriminer la fonction de chaque composante d'un poste à souder oxyacétylénique.

a) Rôle de l'oxygène

L'oxygène qui se retrouve dans l'air que nous respirons est un gaz incolore et inodore mais surtout un gaz ininflammable, c'est à dire que l'oxygène ne brûle pas, mais aide la combustion. D'ailleurs sans oxygène il n'y a pas de possibilité de feu ou de flamme, ni de vie sur terre. Dans le cylindre nous retrouvons l'oxygène sous pression. Ce jet de pression d'oxygène active la flamme produite par l'acétylène.

b) Rôle de l'acétylène

L'acétylène est un gaz combustible, contrairement à l'oxygène qui ne brûle pas. L'acétylène brûle et permet d'allumer le chalumeau et maintenir la flamme. L'acétylène est le seul gaz à produire une flamme à haut pouvoir calorifique et légèrement réductrice. Combiné avec l'oxygène, cette flamme atteint 3282°C

c) Décrire le rôle du manodétendeur

Le manodétenteur a pour rôle de réduire la pression à la source, et de maintenir un débit constant quelle que soit la pression à la source.

a) Le manomètre à haute pression indique la pression du cylindre à température normale (21°C)
b) Le manomètre à basse pression sert à contrôler la pression de travail.
c) La vis de réglage agit sur le diaphragme flexible à l'intérieur et va permettre d'augmenter ou diminuer le débit du gaz selon la soudure à exécuter.

d) Rôle des boyaux

Le rôle des boyaux est de relier les manodétendeurs avec le chalumeau et d'acheminer les gaz au chalumeau.

Les boyaux sont:

Rouges pour l'acétylène et vissent à gauche avec écrous encochés
Verts ou bleus pour l'oxygène et vissent à droite avec écrous unis.

La longueur et le diamètre varient selon que l'on chauffe, coupe, soude.

e) Rôle du chalumeau

Nous savons que le chalumeau a deux entrées qui servent à rattacher les boyaux au chalumeau. Deux robinets règlent l'arrivée des gaz dans la chambre de mélange qui se trouve dans le manche du chalumeau (poignée). Une fois les gaz mélangés dans la chambre à mélange les gaz passent dans la buse.

La flamme obtenue par le mélange des gaz variera selon le diamètre de la buse (cf. tableau 3.1).

Le chalumeau soudeur est un outil relativement léger et grâce à la forme de sa poignée, on peut le manipuler facilement, en toute position.

f) Le rôle des dispositifs de sécurité sur un poste à souder

Le rôle des dispositifs est d'éviter l'explosion du cylindre et d'éviter une blessure grave.

En cas d'élévation de la pression à l'intérieur du cylindre d'oxygène ou d'acétylène dû à un surchauffage du cylindre, l'écrou ou fusible saute et laisse s'écouler le gaz.

N'oublions pas que ces gaz comme tous les autres fluides gazeux sont soumis aux lois de la physique: ainsi tout gaz chauffé augmente de volume et tout gaz refroidi se contracte.

Il existe sur le marché des valves de sécurité qui s'installent entre le chalumeau et le boyau, ou entre le manodétendeur et le boyau. Ces valves ont pour rôle d'empêcher le gaz de retourner dans le manodétendeur.

TABLEAU DE PRESSIONS POUR SOUDER L'ACIER DOUX

Chalumeau Victor (référence Victor Welding Division)

épaisseur du métal		N° de la buse	Pression oxy. LBS po^2				Pression acéty. LBS po^2			
			minimum		maximum		minimum		maximum	
ANG	SI		ANG	SI	ANG	SI	ANG	SI	ANG	SI
1/16 (et moins)	1,6mm	0	1	6,75kPa	3	20kPa	1	6,75kPa	3	20kPa
1/16	1,6mm	1	2	13,4	4	27	2	13,5	4	27
1/8	3,2mm	2	3	20	5	34	2	13,5	5	34,
3/16	4,8mm	3	4	27	7	47	3	28	6	40
1/4	6,4mm	4	5	34	10	68	4	27	7	47
1/4 à 1/2	6,4mm à 12,8mm	5 à 6	6	40	12	80	5	34	8	54

fig. 3.1

1. Le tableau ci-dessus est une adaptation d'une figure produite par Victor Welding Division. L'ajout qui a été fait au tableau original est simplement la correspondance en S.I.

2. La raison pour laquelle on retrouve les mesures anglaises et du système international sur un même tableau est que les manodétendeurs ne sont pas encore tous gradués en S.I.

3. Les pressions sont approximatives pour une longueur de 8 mètres. Pour chaque 8 mètres supplémentaire augmenter d'environ 27kPa.

4. Une flamme neutre ou normale est composée de 1.1 fois plus élevée d'oxygène que d'acétylène.

5. L'acétylène ne doit pas dépasser 103kPa (15 lb po^2).

6. 101kPa = 14,7 lbs po^2 soit une atmosphère.

La formule de conversion des mesures anglaises au S.I. est la suivante:

$$kPa = \frac{Lbpo^2 \times 6894}{1000}$$

PRÉ-REQUIS

4° EXPLIQUER LES REGLEMENTS DE LA SÉCURITÉ EN SOUDURE:

A) REGLES DE SÉCURITÉ DANS UN ATELIER

B) REGLES DE SÉCURITÉ DANS LE MANIEMENT DE L'ÉQUIPEMENT DE SOUDAGE

C) REGLES DE SÉCURITÉ PROPRE AU SOUDEUR.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. Diviser la classe en 2 équipes.
   Projeter l'acétate 4.1. Cet acétate est également imprimé au cahier de l'élève.
   Faites identifier une erreur par un élève de chacune des équipes, à tour de rôle.
   Un joueur de chaque équipe peut noter les bonnes réponses de son équipe.
   L'équipe qui a le plus de bonnes réponses gagne.

2. Encouragez les élèves à lire les règles de sécurité, incluses au cahier de l'élève.

3. Suite à la lecture, commentez en classe les règles de sécurité.

4. L'enseignant peut avoir recours à d'autres ill strations du même type, afin de faire un rappel des règles de sécurité ou d'évaluer les connaissances des élèves concernant les règles de sécurité. ex.: illustration - em 02a - de l'audiovision La sécurité en atelier, produit pas le SGME.
   Une autre illustration 4.2 peut être employée de la même façon que la suggestion méthodologique #1.

5. Il existe plusieurs documents audio visuels concernant la sécurité en atelier pouvant être utilisés comme document d'information ou de synthèse: ex.: l'audiovision La Sécurité en atelier, le film Souder en sécurité de International Tele-Film Entreprises.

6. La compagnie Air Liquide du Canada, 1210 ouest rue Sherbrooke, Montréal H3A 1H8, a produit une brochure "Être prudent, c'est être intelligent" #99-2014-10M-2/75, 21 p. que l'enseignant peut faire venir et distribuer aux élèves.

7. La majorité des compagnies et des dépositaires de matériel de soudage produisent des brochures d'information sur les règles de sécurité.

Encercler tout ce qui ne paraît pas correspondre aux normes de la sécurité

fig. 4.2
in General Metals, John L. Feirer
McGraw Hill, Toronto, 1965

RÈGLES DE SÉCURITÉ

1. Ne pas employer d'huile à proximité d'un appareil à souder, l'huile en contact avec l'oxygène sous pression constitue un violent explosif.
2. Éviter de rouler un cylindre rempli d'acétylène ou de s'en servir lorsqu'il est dans une position horizontale.
3. Ne pas essayer de découvrir une fuite d'acétylène avec une flamme, mais plutôt se servir d'une solution d'eau savonneuse.
4. Ne pas adapter un boyau d'acétylène sur un appareil d'oxygène et vice versa.
5. Ne pas faire fondre la glace sur un cylindre d'acétylène avec une flamme, mais plutôt se servir d'eau chaude.
6. Toujours purger un cylindre avant d'y fixer un manodétendeur.
7. Bien desserrer la vis de réglage du manodétendeur avant d'ouvrir la valve du cylindre.
8. Ne pas ouvrir la valve du cylindre d'acétylène plus d'un tour et demi, car l'acétone pourrait s'échapper.
9. Ne jamais essayer de transvaser les gaz d'un cylindre à l'autre.
10. Ne pas réparer un boyau avec du ruban goudronné seulement, mais y insérer une douille de cuivre.
11. Ne jamais employer l'oxygène comme substitut pour l'air comprimé ou autre source de pression, et spécialement pour nettoyer les vêtements, car l'oxygène activerait une étincelle qui aurait pu se loger sur le vêtement et provoquerait une flamme instantanément.
12. Ne pas laisser ouverte la valve d'acétylène du chalumeau, pour la refroidir, mais ouvrir la valve d'oxygène et plonger un instant le chalumeau dans l'eau propre.
13. Ne pas employer l'acétylène à plus de 15 livres de pression au pouce carré.
14. S'assurer que les boyaux et les manodétendeurs ne fuient pas avant de commencer à souder.
15. Éviter d'échapper des outils tranchants ou autres pièces de métal ou de laisser passer des camionnettes sur les boyaux.
16. S'assurer que les dimensions du bec de la buse correspondent aux pressions employées.
17. Ne pas exécuter le travail trop près des cylindres.
18. Toujours allumer le chalumeau avec un allumeur (lighter) spécial.
19. Éloigner tout matériel très inflammable de l'endroit où l'opérateur doit travailler.
20. Éviter de frapper l'extrémité des buses ou de les nettoyer avec une broche trop dure, afin de n'en pas déformer l'ouverture.

21. La clef du cylindre d'acétylène doit toujours demeurer sur la valve du cylindre; ainsi, en cas d'urgence, on n'a pas à chercher une clef pour fermer le cylindre.
22. Bien fermer les valves des cylindres vides pour prévenir l'entrée d'humidité dans les cylindres d'oxygène et l'évaporation de l'acétone des cylindres d'acétylène.
23. Toujours porter des lunettes pour souder et couper.

On pourrait énumérer ici une foule d'autres précautions, spécialement au sujet des générateurs d'acétylène, ceux qui utilisent ces derniers doivent suivre à la lettre les indications du manufacturier.

Les lunettes du soudeur doivent avoir des verres teintés vert, bleu, cobalt ou brun. Ces verres portent des numéros qui indiquent l'intensité de la teinte: 4-5-6-7-8-9-10. On recommande les verres bleu cobalt ou une teinte spéciale de vert pour le soudage sur aluminium. Avec ces verres, on peut plus facilement distinguer le suintage qui se produit à la surface du métal au moment de la fusion. Un verre approuvé de teinte verte No 6 est l'idéal pour le soudage ordinaire, tandis que l'on emploie presque exclusivement les verres de teinte 10 et 12 pour le soudage électrique. P.39.

Lanouette, Yves, Gratton Yvon, Le soudage oxyacétylénique, 1977, Gouvernement du Québec, Ministère de l'éducation, 315 p.

EXERCICE D'OBSERVATION

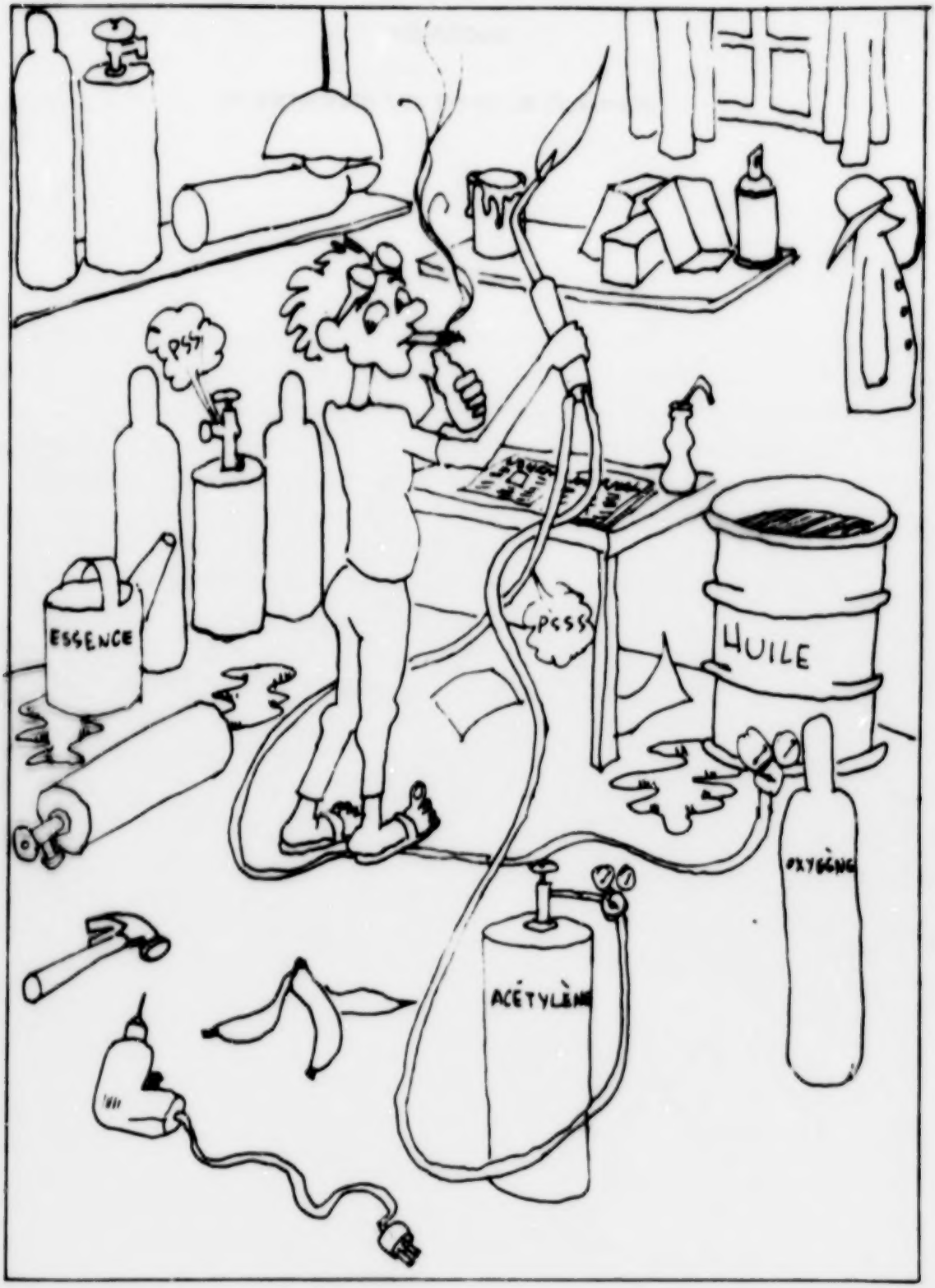
Encerclez les erreurs:

EXERCICE SYNTHÈSE

Faisant suite à toutes les informations reçues concernant les règles de sécurité, il est maintenant temps de mettre vos connaissances à l'épreuve.

Faites le tour de l'atelier et notez tout ce qui vous semble aller à l'encontre des règles de sécurité.

Faites un rapport de vos observations.


PSST
ESSENCE
PSSST
HUILE
OXYGÈNE
ACÉTYLÈNE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. Organiser la projection des diapositives 55-56-57-58 du document Hydrothermie I le soudage oxyacétylénique.

   Par l'utilisation des diapositives sans bande sonore, l'élève vérifiera l'aspect des 3 types de flammes et verra une photographie des couleurs réelles des différentes zones de chacune des flammes. La projection des diapositives sans bande sonore permettra aux élèves d'émettre des opinions relativement à la flamme présentée et au professeur d'apporter des précisions.

2. Utiliser les acétates (5.1, 5.2, 5.3) schématisant les types de flammes. Chacun des acétates représente une flamme spécifique. Pendant la projection des acétates, l'élève peut se référer au texte "Identification des flammes" à son cahier. Sur l'acétate, l'élève retrouve la terminologie des différentes zones de la flamme. L'élève peut également comparer visuellement les trois types de flamme par la superposition des acétates.

3. Démonstration en atelier des types de flamme. Le professeur fait la démonstration devant les élèves des diverses flammes.

4. Les élèves font l'exercice d'identification des types de flamme à la maison.

4. IDENTIFICATION DES FLAMMES

En soudage oxyacétylénique on retrouve trois types de flammes (ou d'ajustements de flamme):

a) la flamme normale ou neutre est le résultat d'un mélange bien équilibré; la quantité d'oxygène est égale à celle de l'acétylène.

On distingue dans cette flamme dite normale deux zones: le dard partie immédiate au bout de la buse et le panache qui enveloppe le dard. Le dard est de couleur bleue, sa longueur est normale et le bout est arrondi. Le panache est de couleur bleue verdâtre clair.

b) La flamme oxydante ou flamme avec excès d'oxygène, est le résultat d'un mélange composé d'un apport plus grand d'oxygène. Cette flamme se compose de deux zones: le dard est plus court et pointu que celui d'une flamme normale et de couleur presque blanche, le panache est presque incolore. La flamme oxydante est bruyante. Cette caractéristique permet de l'identifier plus facilement en cas de doute.

c) La flamme carburante ou flamme avec excès d'acétylène est le résultat d'un mélange composé d'un apport plus fort en acétylène. Et ceci on s'en rappelle, contrairement à la flamme normale, qui est un mélange à parties égales. La flamme oxydante pour sa part résulte d'une part plus grande d'oxygène.
La flamme carburante est la plus facile à identifier avec ses trois zones. Le dard est de couleur bleue et long, un halo blanc enveloppe le dard et un panache verdâtre qui englobe le tout. Au point de vue chaleur la flamme carburante est la moins chaude des trois, environ 3,117°C. La flamme oxydante produit environ 3,282°C. La flamme normale produit environ 3,227°C.

EXERCICE

1. Identifiez les types de flammes, les zones correspondant à chacune et les degrés de chaleur produite par chacune.

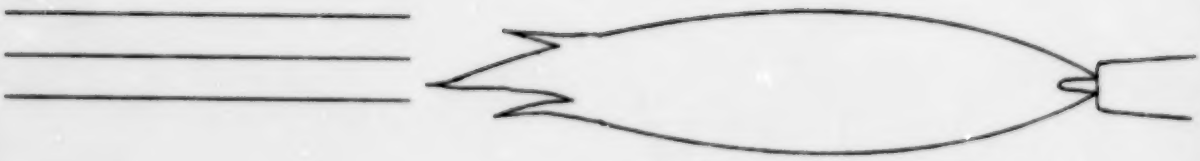
2. Colorez les flammes en utilisant les couleurs appropriées pour chacune des zones.

Utilisez les schémas de flammes de la page suivante pour compléter l'exercice.

TYPES DE FLAMMES

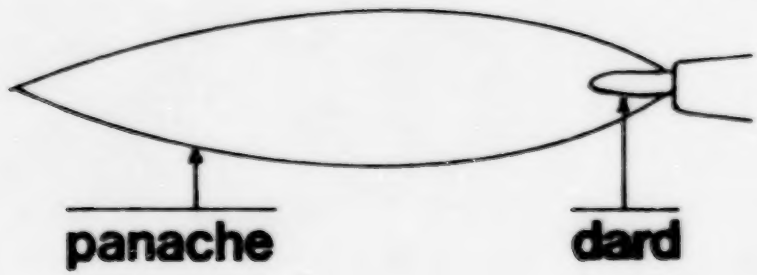
A)

B)



C)

FLAMME NORMALE



FLAMME
OXYDANTE

FLAMME CARBURANTE

PRÉ-REQUIS

6. MISE EN MARCHE D'UN CHALUMEAU EN TENANT COMPTE DES DIVERSES ÉTAPES ET DES REGLES DE SÉCURITÉ.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. En atelier, le professeur fait la démonstration de la mise en marche du chalumeau devant les élèves. Tout en faisant fonctionner son chalumeau, le professeur explique chacune des étapes de la mise en marche de celui-ci. Ensuite les élèves en petits groupes de 3 font à tour de rôle la mise en marche du chalumeau et règlent celui-ci pour obtenir divers types de flamme. Les deux autres membres de l'équipe peuvent commenter le travail de celui qui manipule le chalumeau. Le professeur peut d'abord s'occuper plus directement des élèves qui éprouvent des difficultés et ensuite vérifier le travail de chacun des groupes.

2. Demander aux élèves de faire à la maison un rapport concernant les diverses étapes de la mise en marche du chalumeau, en tenant compte des règles de sécurité.

3. Présenter le film Soudure II, Moreland Latchford, 1977 distribué par International Tele-Film Entreprises, 390 Saint-Antoine Ouest, Montréal, H2Y 1J9. Ce film peut servir d'introduction et/ou de synthèse à l'opération de la mise en marche du chalumeau. Le film est disponible pour location.

PRÉ-REQUIS

7. EXPLIQUER LES EFFETS ET EMPLOIS DES DIVERSES FLAMMES SUR L'ACIER DOUX.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUE:

1. Amener les élèves en atelier. L'atelier servira de mise en situation pour la partie théorique.

2. Partie théorique - les effets et emplois des diverses flammes sur l'acier doux.

Atelier

Les élèves ajustent leur chalumeau pour avoir une flamme normale afin de produire un bain de fusion sur une plaquette d'acier doux. Les élèves notent leurs observations. On peut répéter le même exercice avec la flamme oxydante et la flamme carburante

Partie théorique

A partir des observations notées par les élèves en atelier, l'enseignant tente de faire ressortir par le groupe, les effets de chacune des flammes sur l'acier doux. L'enseignant explique les emplois des types de flammes sur divers métaux.

A l'intérieur de cette partie, nous avons émis la suggestion de commencer par l'atelier parce que:

1. on désire rappeller la procédure de mise en marche du chalumeau, d'ajustement des diverses flammes ainsi que l'identification de chacune. Par cette étape l'enseignant peut évaluer la rétention des connaissances acquises et le niveau de confiance à utiliser le chalumeau. Cet exercice a également pour but de rendre l'élève plus autonome afin de lui permettre de régler et d'identifier la flamme normale dans ses futurs exercices en atelier.

2. développer le sens de l'autonomie chez l'élève. Au cours de cet exercice, l'enseignant demande à ses élèves de noter leurs observations. Il leur demande en réalité d'être attentifs et d'observer un phénomène qu'ils sont en train de provoquer. Il leur demande également de faire la synthèse de ce phénomène en dégageant les caractéristiques principales du changement produit.

3. garder l'élève actif et responsable durant la partie théorique. L'enseignant part des observations des élèves pour dégager une théorie d'ensemble.
Les observations des élèves peuvent être compilées et devenir pièces d'information à leur cahier.

Les effets et emplois des diverses flammes sur l'acier doux.

a) la flamme normale

Cette flamme est le résultat d'un mélange oxygène-acétylène. La combustion est d'environ 1 vol. d'acétylène pour 1 vol. à un 1.2 vol. d'oxygène.

Son effet sur l'acier doux produit un bain de fusion clair et transparent. Comme conséquence, on obtient une soudure qui répond aux critères de qualité: ductilité, solidité. Cette flamme est surtout employée pour le soudage des aciers doux.

b) la flamme oxydante

Faite d'un excès d'oxygène, cette flamme a pour effet de provoquer sur l'acier doux, une fusion qui semble bouillir et émettre des étincelles.

Une soudure faite avec cette flamme produit sur l'acier doux des soudures fragiles. La flamme oxydante est surtout employée pour souder les métaux cuivreux.

c) la flamme carburante

Cette flamme avec excès d'acétylène a pour effet de carboniser le métal en fusion. Elle produit une soudure poreuse, peu ductile. Elle est surtout employée pour souder les aciers à haute teneur de carbone, ou sur les alliages de chrome, molybdène, nickel.

Ceci complète l'étape des pré-requis qui ont été identifiés au début.

L'enseignant peut vouloir faire un examen afin de vérifier la maîtrise qu'ont ses élèves des pré-requis.

Nous jugeons cependant qu'au niveau des objectifs 6 - mise en marche du chalumeau et 7 - les effets et emplois des diverses flammes sur l'acier doux, l'enseignant est à même de vérifier par la pratique de l'élève en atelier le niveau de maîtrise de celui-ci des notions acquises depuis le début du module.

1. DISCRIMINER LA SOUDURE AUTOGENE DE LA SOUDURE HÉTÉROGENE.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. apporter en classe des ensembles de soudure autogène, des ensembles de soudure hétérogène et des échantillons de métal d'apport.

2. projeter l'acétate 1.1 afin de faire comprendre les notions autogène et hétérogène et rabattre les acétates 1.2 et 1.3.

3. demander aux élèves de lire le texte portant sur ce sujet, à la maison, dans le but de faire un exercice à une prochaine période.

4. faire compléter l'exercice 1.4 par l'élève à la maison.

5. corriger l'exercice 1.4 en classe.

6. établir avec le groupe d'élèves les avantages (fig. 1.5) du soudage autogène et du soudage hétérogène. Au besoin, se servir des ensembles de soudure autogène et hétérogène.

7. projeter de nouveau les acétates 1.1, 1.2, 1.3 comme documents synthèse.

8. utiliser l'examen-synthèse.

EXAMEN SYNTHÈSE

(Banque de questions)

1. Définissez le soudage autogène?

2. L'emploi du métal d'apport en soudage autogène est-il nécessaire?

3. Motivez la réponse précédente.

4. Définissez le soudage hétérogène?

5. L'emploi du métal d'apport en soudage hétérogène est-il nécessaire?

6. Motivez la réponse précédente.

7. Donnez deux avantages du soudage hétérogène.

9. Que veut dire "accrochage par action capillaire"?

10. Dans quel type de soudure retrouve-t-on l'accrochage par action capillaire?

Discriminer la soudure autogène et de la soudure hétérogène

La soudure autogène

La soudure autogène est un procédé qui consiste à assembler deux (2) pièces de métal de même nature en provoquant en même temps la fusion des bords des pièces et du métal d'apport de même nature.

Dans cette méthode d'assemblage, la fusion des bords des pièces doit être complète afin d'assurer une liaison solide et homogène du joint soudé.

Points à retenir

Les pièces et le métal d'apport doivent être de même nature.

La soudure autogène est une fusion des bords des pièces.

Le métal d'apport n'est pas indispensable dans certains cas.

La soudure hétérogène

La soudure hétérogène est un procédé qui consiste à assembler deux pièces de métal qui peuvent être de même nature ou de nature différente. Dans ce procédé, seul le métal d'apport fait le lien entre les pièces. Il n'y a pas de fusion des pièces, donc le métal d'apport devient indispensable et l'accrochage se fait par action capillaire.

Points à retenir

Les pièces n'entrent pas en fusion, seul le métal d'apport entre en fusion.

L'accrochage se fait par action capillaire et le métal d'apport est indispensable.

Le métal d'apport doit avoir un point de fusion inférieur à celui des pièces de base.

L'assemblage par soudage hétérogène permet d'unir divers métaux différents.

EXERCICE 1.4

COMPARAISON ENTRE LA SOUDURE AUTOGÈNE
ET LA SOUDURE HÉTÉROGÈNE

AUTOGÈNE	HÉTÉROGÈNE

Exercice 1.5

AVANTAGES DU SOUDAGE

AUTOGÈNE	HÉTÉROGÈNE

EXERCICE 1.4 (corrigés)

COMPARAISON ENTRE LA SOUDURE AUTOGÈNE
ET LA SOUDURE HÉTÉROGÈNE

AUTOGÈNE	HÉTÉROGÈNE
FUSION DES BORDS DES PIÈCES	PAS DE FUSION DES BORDS
MÉTAL DE MÊME NATURE	MÉTAL DE MÊME NATURE OU DIFFÉRENT
MÉTAL D'APPORT DE MÊME NATURE QUE LES PIÈCES	MÉTAL D'APPORT INDISPENSABLE
LES BORDS DES PIÈCES ET LE MÉTAL D'APPORT FUSIONNENT ENSEMBLE	SEUL LE MÉTAL D'APPORT FUSIONNE (POINT DE FUSION TOUJOURS PLUS BAS QUE LES PIÈCES À SOUDER).

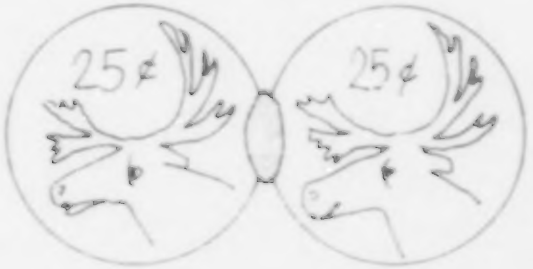
Exercice 1.5
AVANTAGES DU SOUDAGE

AUTOGÈNE	HÉTÉROGÈNE
SOUDURE AUSSI FORTE QUE LES PIÈCES SOUDÉES	ASSEMBLAGE DE PIÈCES DE NATURE DIFFÉRENTES
COULEUR UNIFORME	MOINS DE CHAUFFAGE
BAGUETTES D'APPORT MOINS COUTEUSES QUE POUR LE SOUDAGE HÉTÉROGÈNE	ASSEMBLAGES DE PIÈCES MINCES OU ÉPAISSES
	ÉCONOMIE DE GAZ

fig. 1.5

AUTOGÈNE

HÉTÉROGÈNE



1A
1Z

1E

2. IDENTIFIER L'ACIER DOUX

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

1. recherche collective:
   a) faire faire une recherche écrite par quelques élèves du groupe afin qu'ils puissent trouver des noms d'endroits au Québec où l'on retrouve des concentrations de minerai de fer.
   b) demander aux autres élèves de la classe, de se documenter sur la fabrication de l'acier à partir du minerai, le tout avec illustrations.
   c) quelques élèves de la classe sont chargés de compiler la documentation recueillie par le groupe et 1 ou 2 élèves en font l'exposé. L'enseignant complète et corrige l'information.

2. Apporter en classe un morceau de minerai de fer et introduire le mode de fabrication de l'acier doux.

3. Audiovision "Les matériaux métalliques" série mécanique 02, produit par le S.G.M.E. du Ministère de l'éducation, présenter les diapositives de 20 à 33, synchronisées à la bande sonore. Le répérage sur la bande sonore et les diapositives peut se faire avant le début du cours. Cette section de l'audiovision présente le groupe des matériaux ferreux, indique comment se fabrique la fonte et l'acier et quels principaux emplois on fait de ces matériaux. Cet extrait peut servir de synthèse à la recherche des élèves sur le sujet, et à leur exposé.
   L'enseignant peut faire un bref rappel, suite à la projection, des utilisations que l'on fait avec chacun - fer, fonte, acier.

4. Les élèves remplissent le tableau fig. 2.5.

5. Audiovision "Les matériaux métalliques", série mécanique 02, produit par le S.G.M.E. du Ministère de l'éducation. Utiliser les diapositives 62-76 synchronisées avec la bande sonore. Les ajustements peuvent se faire avant le cours. Dans cette partie, il est question des diverses formes que prennent les matériaux en industrie. Le document peut servir de complément visuel à l'information contenue au niveau du texte sous la rubrique C° Son emploi en soudure. Suite à la projection, l'enseignant peut faire un bref rappel en demandant aux élèves de nommer des formes fabriquées en industrie.

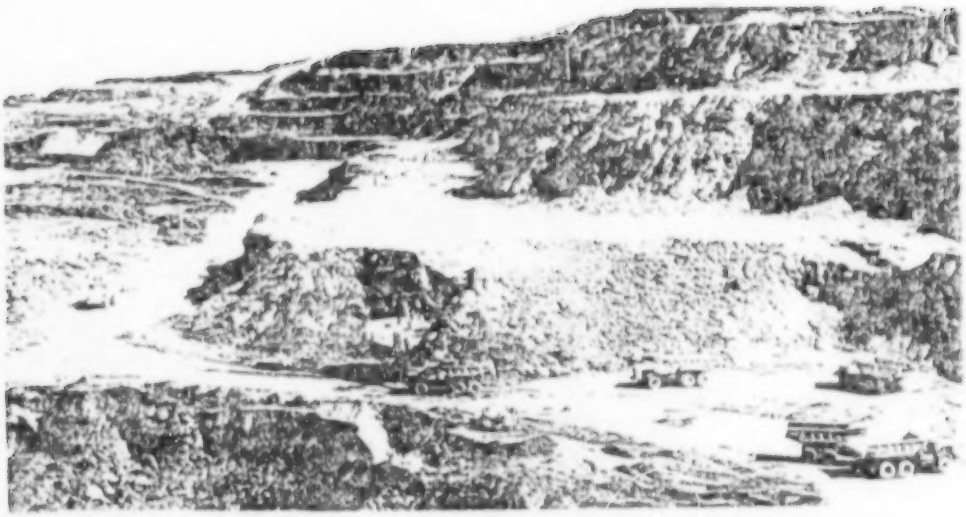


fig. 2.1

Freiner, John L, General Metals, McGraw Hill Co., 1965

L'acier doux

A. Identification

L'acier doux est fabriqué à partir du minerai de fer et de carbone (0,25%) et divers autres éléments en quantité inférieure (fig. 2.2)

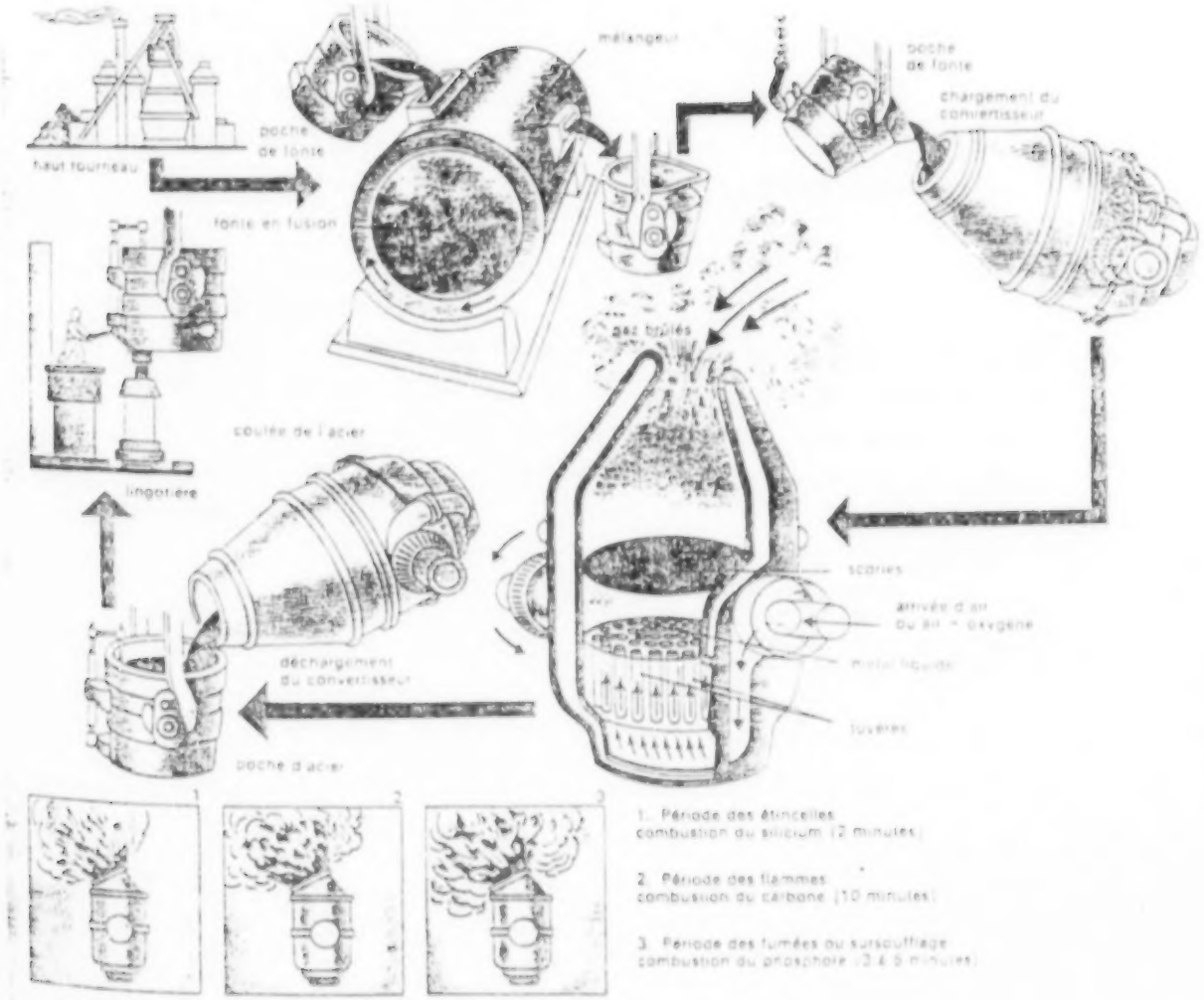


fig. 2.2

Comment ça marche, #1, Ed. Atlas.

B) La composition

L'acier doux est un alliage binaire c'est-à-dire formé de deux parties principales:

Le fer Fe et le carbone, C.

Son point de fusion est de 1,400°C

Sa couleur est grise.

Dans le tableau (fig. 2.3) on peut comparer son point de fusion aux autres métaux.

C) Son emploi en soudure

L'acier doux, à sa sortie de la fonderie sous forme de lingots sert à fabriquer les tôles et plaques d'acier, l'acier en barre sous formes diverses. Ce matériel ainsi obtenu devient après transformation - remorque, voiture, outils, etc. L'ajout de carbone à l'acier doux transforme celui-ci en fonte ou encore en acier au carbone.

TABLEAU COMPARATIF DES MÉTAUX LES PLUS EMPLOYÉS EN SOUDAGE

métal	point de fusion en "F"	point de fusion en "C"	conductibilité	symbole chimique
Acier doux	2650°	1400°	11	Fe,C
Fonte grise	2550°	1230°	10	Fe,C
Cuivre	1980°	1090°	74	CU
Laiton	1750°	940°	74	CU,Zn
Bronze	1650°	900°	74	CU, Sn
Aluminium	1200°	658°	32	AL
Plomb	650°	327°	8	Pb
Étain	450°	232°	15	Sn
Argent	1760°	960°	100	Ag
Zinc	786°	419°	20	Zn

fig. 2.3

La conductibilité de la chaleur sur les métaux

1. se référer au tableau fig. 2.3 pour mieux comprendre l'action de la chaleur sur les métaux.

2. selon leur conductibilité chaque métal ou alliage a un coefficient chiffré.

3. ce coefficient chiffré a pour base l'argent et porte le chiffre "cent" (100)

Exercice d'apprentissage

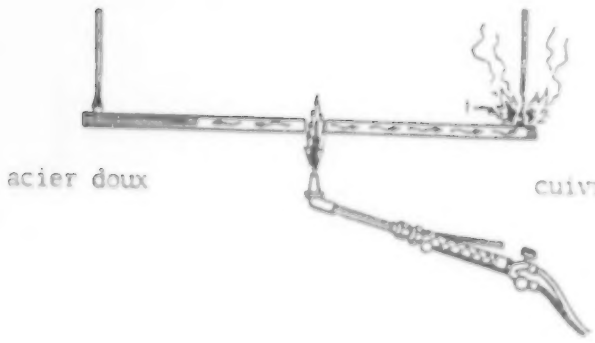
1. à l'aide d'une plaquette de cuivre et d'une d'acier doux toutes deux d'égales dimensions et formant un joint bout à bout, on chauffe les plaquettes au milieu de l'ensemble obtenu à l'aide d'un chalumeau.

2. après quelques secondes de chauffe, nous nous rendons compte que la chaleur voyage plus vite sur le cuivre (figure 2.4)

3. cette vitesse est de l'ordre d'environ 7 fois plus rapide sur le cuivre.

4. une petite formule mathématique nous permet de calculer rapidement la vitesse de la chaleur

   exemple: le cuivre coefficient de conductibilité 74
   l'acier doux coefficient de conductibilité 11
   soit Vitesse = $\frac{\text{c. cuivre}}{\text{c. acier doux}}$



cette allumette brûle la première

fig. 2.4

Note: l'exercice décrit précédemment peut très bien se faire en classe sous une autre forme. 2 élèves tiennent chacun un bout de l'ensemble plaquette de cuivre/acier doux pendant qu'un troisième à l'aide d'une allumette chauffe le cuivre

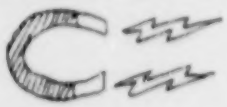
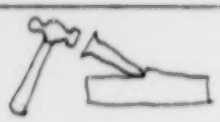
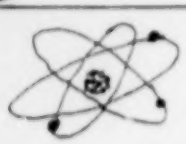
identification	fonte grise	acier doux
		
		
		

fig. 2.5

Tableau adapté de Le soudage, J.A. Pender, Ed. McGraw Hill.

3. Contrôler le bain de fusion.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. Un court texte d'introduction sur l'effet de la chaleur sur l'acier doux est inclus au cahier de l'élève. Le but de ce texte est d'amener les élèves à une compréhension du phénomène qui se produit lorsqu'ils appliquent de la chaleur sur une pièce métallique. Ces informations leur seront utiles lors de tous les autres ateliers. Un deuxième texte traite des éléments permettant de contrôler un bain de fusion.

2. Atelier 3.1 Contrôler le bain de fusion
   Atelier 3.2 Contrôler une ligne de fusion
   Atelier 3.4 atelier synthèse

3. Examen synthèse

Tous les ateliers du présent document sont décrits selon le modèle suivant:

- objectif de l'atelier
- matériel nécessaire
- déroulement de l'atelier
- exercices d'apprentissage
- évaluation

L'effet de la chaleur sur l'acier doux

a) sous l'effet de la chaleur, une pièce métallique se dilate dans toutes les directions.

   1. largeur 2. longueur 3. hauteur.

b) théoriquement une pièce chauffée se dilate. En refroidissant, cette pièce retrouve ses dimensions de départ.

c) la dilatation est à son maximum pendant la période de fusion.

d) le retrait se termine quand la pièce est froide.

e) cette loi de la physique s'applique à tous les métaux et alliages à divers degrés.

f) en soudure les pièces ne sont jamais libres de se déplacer dans l'espace.

g) la concentration de chaleur intense sur la surface restreinte du bain de fusion provoque des déformations dans les tôles de base.

h) le pointage des pièces avant une soudure est par conséquent obligatoire pour garder les pièces sur un même niveau.

i) les points se doivent d'être très solides.

j) les gabarits, serre joints, pinces étaux et autres instruments servent à maintenir les pièces en place et limitent les déformations.

ÉLÉMENTS PERMETTANT DE CONTRÔLER UN BAIN DE FUSION

1. L'élève règle son chalumeau pour avoir une flamme normale.
2. L'élève doit garder son chalumeau dans un angle de 45° environ.
3. La distance entre la pointe du dard et le métal de base doit être de 2 à 4 mm.
4. Avancer lentement en respectant le temps de fusion du métal de base.

Pour réussir une soudure l'apprenti soudeur en plus d'acquérir cette dextérité manuelle décrite précédemment, doit savoir que pour éviter des incidents il lui faut penser:

à avoir la bonne flamme

à avoir le bon diamètre de buse

à avoir les bonnes pressions

à avoir le bon type de métal d'apport.

CAUSES ET REMÈDES DES INDICENTS LES PLUS COURANTS

1. Claquement isolé et retour de flamme

Causes: 1. une buse encrassée
2. un contact de la buse avec le bain de fusion
3. un mauvais règlage de la flamme
4. une buse inadéquate pour le type de travail à effectuer
5. une pression trop basse au manodétendeur

Remèdes:

Revoir les principes de base et respecter les normes établies par les compagnies d'équipement de soudure.

2. Claquement répété

Causes: Les claquements répétés comme une mitrailleuse sont dus à une buse surchauffée, parfois la buse rougit sur un chalumeau, ayant travaillé trop près de la pièce.

Remèdes:

En plus de respecter la distance de travail du chalumeau, il faut le refroidir en:

1. fermant le robinet d'acétylène
2. laissant l'oxygène ouvert (robinet)

3. plongeant le chalumeau dans un seau d'eau propre (robinet d'oxygène ouvert pour éviter l'entrée d'eau dans le chalumeau.

3. Sifflement de la buse:

Causes: Flamme à l'intérieur du chalumeau due:

1. à une baisse de pression de l'oxygène
2. à un retour de flamme

Remèdes:

1. agir comme pour une buse surchauffée
2. éviter de fermer par jeu les cylindres pendant qu'un élève soude ou chauffe une pièce.

1. Tous ces incidents sont évités par l'élève qui applique les règles de sécurité.
2. Un minimum d'entretien et de respect de l'équipement de soudure réduisent les risques d'incidents et parfois d'accidents.

A RETENIR

Souvent le bout de la buse s'encrasse de petites particules de métal pendant le soudage. A l'aide d'une petite planche de pin, frotter le bout de la buse en laissant l'oxygène ouvert; ce remède est habituellement efficace.

MODÈLE D'ATELIER 3.1

Exercice de soudage autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: contrôler le bain de fusion

Matériel: tôle d'acier doux 150mm x 50mm x 1,6mm.

Déroulement: A) description du principe en classe
B) démonstration du professeur en atelier
C) chaque étudiant travaille à acquérir le contrôle du bain de fusion individuellement
D) rotation du professeur dans le groupe (encouragement, aide, conseil)

Exercices d'apprentissage:

1) l'élève laisse assez longtemps son chalumeau à la même place pour percer la plaquette de tôle et ainsi voir l'action de la flamme.
2) l'élève corrige la profondeur du bain de fusion en respectant la distance de 2 à 4 mm entre le bout du dard et la plaquette de tôle.
3) l'élève corrige l'angle de la buse pour la stabiliser à environ 45° avec la plaquette de tôle.
4) l'élève contrôle le bain de fusion en avancant en tenant compte de l'angle et la distance de la buse.

MODÈLE D'ATELIER 3.2

Exercice de soudage autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: contrôler une ligne de fusion

Matériel: tôle d'acier doux de 150mm x 50mm x 1,6mm

Déroulement:
1. Démonstration du professeur d'une ligne de fusion.
2. Un élève qui maîtrise bien le bain de fusion fait une démonstration d'une ligne de fusion pendant que le profsseur décrit la marche à suivre et répond aux questions pertinentes au sujet de la leçon.

Exercices d'apprentissage:

1. Avec une buse N°0 ou N°1 selon le type de chalumeau, l'élève fait des lignes de fusion sans tenir compte de la largeur du bain de fusion.
2. L'élève fait des lignes de fusion en tenant compte de la largeur du bain de fusion afin de contrôler sa vitesse.
3. L'élève fait des lignes de fusion en changeant de direction plusieurs fois (fig. I)

La flèche indique le sens du déplacement figure I

La pièce sert d'évaluation sur le bain de fusion (plusieurs pièces peuvent être faites).

La note peut être répartie comme suit:

40% sur le profondeur du bain de fusion
40% sur la régularité de la largeur du bain
20% sur le contrôle dans le changement de direction

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

RAPPEL DES POINTS PRINCIPAUX POUR CONTRÔLER UN BAIN DE FUSION

1. Garder le chalumeau dans un angle de 45° avec l'horizontal.

2. La distance est de 2 à 4 mm entre le bout du dard et la plaque d'acier doux.

3. La flamme normale.

4. La largeur du bain de fusion est au maximum de trois (3) fois l'épaisseur de la tôle de base.

5. Le métal d'apport doit être de même diamètre que le métal de base sans toutefois excéder le maximum de 6,4 mm et le minimum de 1,2 mm.

MODÈLE D'ATELIER 3.3

Soudure autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: exécuter un cordon de soudure avec métal d'apport

Matériel: tôle d'acier doux de 150 mm x 50 mm x 1,6 mm

Déroulement:

1. par démonstration en atelier
2. par sous groupe sous la surveillance d'un élève du groupe.

Exercices d'apprentissage:

1. avec une buse N°1 ou 2 selon le chalumeau régler la flamme normale
2. il faut tenir le métal d'apport comme sur la figure 1 entre le pouce et les doigts et la faire glisser au fur et à mesure que la baguette fond, sans se brûler les doigts. Il faut pratiquer le mouvement plusieurs fois avant de pouvoir le faire pendant une opération de soudage.

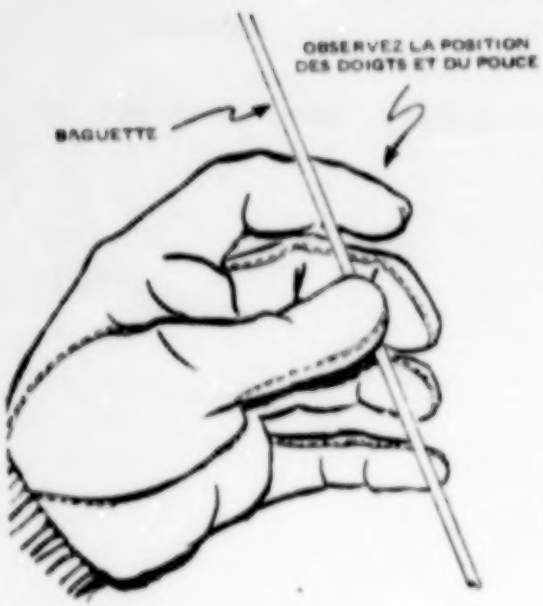


fig. 1
Pender, Le soudage, McGraw Hill

3. dans un angle de 45° le métal d'apport forme avec la buse un grand "V" dont la base est le bain de fusion (Fig. II)

Coordonner ses deux mains dans un même mouvement et se déplacer en partant de la droite vers la gauche pour les droitiers et l'inverse pour les gauchers. Voir figure I. Le mouvement peut être accompagné d'un léger mouvement de rotation de la buse (Fig. III).

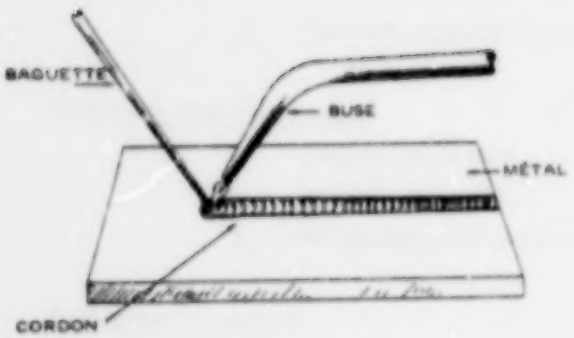


Figure II

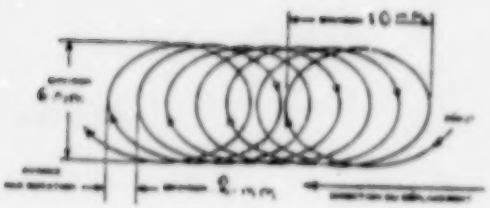


Figure III

Extraits de: Pender, Le soudage, McGraw Hill.

MODÈLE D'ATELIER 3.4

ATELIER SYNTHÈSE

Soudure autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: Vérifier le niveau d'apprentissage par un petit projet.

Matériel: tôle d'acier doux, 1,6mm épaisseur.

Déroulement:

A) Description du projet

B) Réponses aux questions des élèves

C) Pendant le projet le professeur sert de personne ressource

Exercices d'apprentissage:

1. traçage de la tôle
2. soudage de la tôle
3. nettoyage et présentation du projet fini

Évaluation du projet:

30% fusion et profondeur du bain de fusion

30% largeur du bain de fusion

30% contrôle du mouvement des mains

10% présentation finale

Projet Plaquette d'identité

Tôle d'acier doux de 1,6 mm épaisseur
métal d'apport de 1,6 mm ou 3,2 mm de diamètre
Buse N°1 ou 2 selon le type de chalumeau

Marche à suivre:

1. sur une tôle de 120 mm x 70 mm x 1,6 mm
2. tracer les mots SOUDURE PC III ainsi que le prénom de l'élève
3. suivre le tracé des lettres par un cordon de soudure autogène oxyacétylénique
4. à chaque coin un trou peut être percé pour pouvoir fixer la plaquette sur une planche (facultatif)

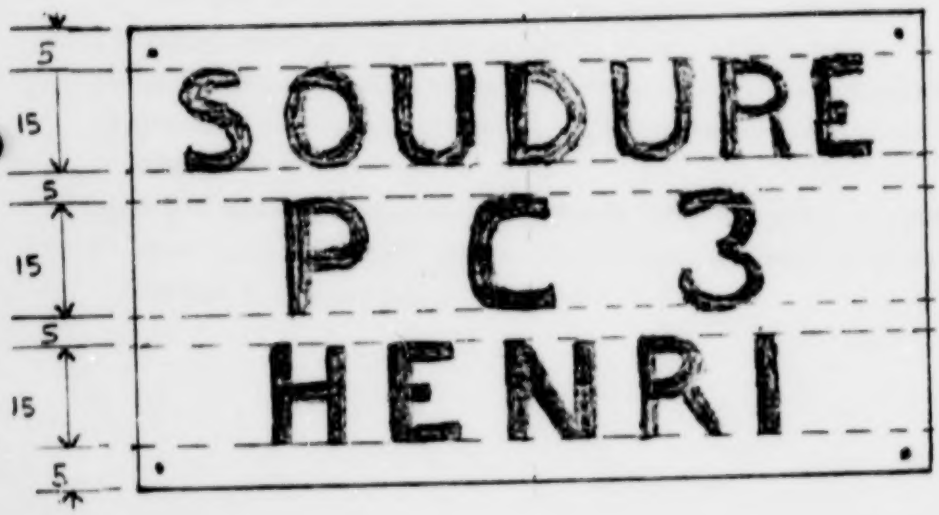


figure 1

5. l'évaluation est faite selon les critères de l'exercice d'atelier 3.4

EXAMEN SYNTHÈSE - ATELIERS 3.1, 3.2, 3.3, 3.4

(Banque de questions)

1. Dans quelle(s) direction(s) se dilate une pièce sous l'effet de la chaleur?
2. A quel moment la dilatation est-elle à son maximum?
3. Comment se déroule le retrait?
4. Pourquoi pointer les pièces avant de souder?
5. Nommez des outils(2) qui servent à maintenir les pièces en place et limitent les déformations?
6. Donnez trois facteurs causant un claquement isolé et un retour de flamme?
7. Qu'est-ce qui provoque un claquement répété et comment y remédier?
8. Qu'est-ce qui provoque un sifflement de la buse et comment y remédier?
9. Quelle distance doit-il y avoir entre le bout du dard et la plaquette à souder?
10. Quel angle doit avoir la buse pour souder?
11. Décrivez un bain de fusion.
12. Quel type de flamme doit-on employer pour souder l'acier doux?
13. Quelle largeur devrait avoir un cordon de soudure?
14. De quel diamètre doit être le métal d'apport en soudage autogène?
15. Comment faut-il tenir la baguette de métal d'apport pour éviter de se brûler les doigts?
16. A quel angle doit-on tenir la baguette de métal d'apport pour souder?
17. Dans quelle direction doit-on normalement déplacer la baguette de métal d'apport et le chalumeau pour souder?

4. IDENTIFIER LES DIVERS JOINTS DE BASE EMPLOYÉS EN SOUDURE.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

1. apporter en classe les 5 joints de base montés sur plaquettes de métal et les présenter un à un en même temps que la schématisation de ce point sur l'acétate 4.1. La préparation des points peut servir d'introduction aux symboles de soudure.

2. A partir de l'objet réel (les joints sur plaquettes) et de la schématisation du joint sur acétate, demander à quelques élèves d'en faire la description orale.

3. Faire compléter les exercices 4.2 et 4.3 par les élèves (soit en classe ou à la maison).

2. Identifier les divers joints de base en soudure.

Pour assembler diverses pièces dans l'industrie, on emploie soit, des rivets, des boulons ou des soudures.

L'ensemble formé par deux ou plusieurs pièces se nomme un joint.

Dans l'industrie on retrouve cinq (5) joints de base:

1. Le joint bout à bout ou surbord droit, est formé de deux pièces alignées sur le même plan et selon l'épaisseur, un chanfrein est parfois nécessaire.
2. Le joint en angle intérieur ou extérieur s'obtient par deux pièces perpendiculaires et formant un "L".
3. Le joint en "T" est le résultat de deux pièces, une en position horizontale, parallèle à l'horizon, l'autre pièce, perpendiculaire à l'horizon (verticale au sol).
4. Le joint par recouvrement ou à clin est formé par deux pièces qui se chevauchent.
5. Pour le joint à bords relevés, la disposition est la même que dans l'assemblage bout à bout, mais les bords sont relevés.

MODÈLE D'ATELIER 5.4

Objectif: réaliser des soudures sur joint d'angle intérieur

Matériel: tôles d'acier doux de 150 mm x 25 mm x 3,2 mm

Déroulement:

a) démonstration devant le groupe

b) en sous-groupe de quatre élèves
les sous-groupes pratiqueront l'exercice

c) individuellement les élèves résoudront le problème buse versus épaisseur de la pièce.

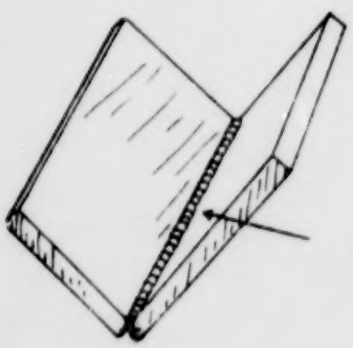
Exercices d'apprentissage:

a) redressage des plaquettes d'acier doux

b) mise en marche des postes à souder

c) pointage des pièces en angle

d) soudage du joint



soudure intérieure

Dans cette soudure l'action de la chaleur est plus importante que lors de l'atelier 5.3.

A cause de l'angle intérieur, le chalumeau doit être gardé plus longtemps en place pour permettre la fusion des bords.

L'angle du chalumeau doit être d'environ 45° avec le fond de l'angle.

Évaluation

20% pointage des pièces

60% aspect de la soudure

10% pénétration de la soudure

10% angle des pièces (90°)

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

Exercice 4.2

Représenter les types classiques de joints et les identifier.

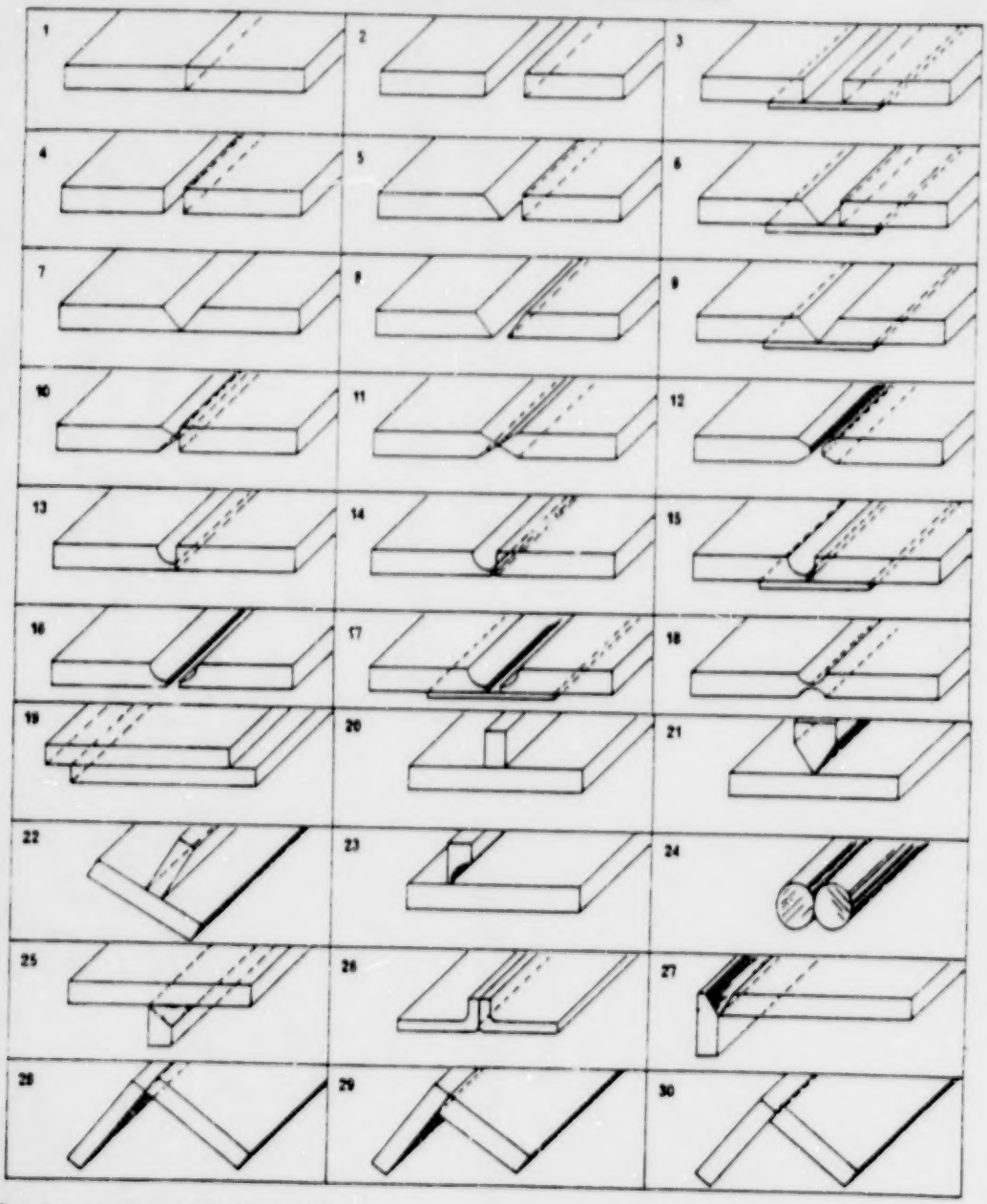
Exercice 4.3

1. Identifier l'assemblage

   N° 24 19 26 1

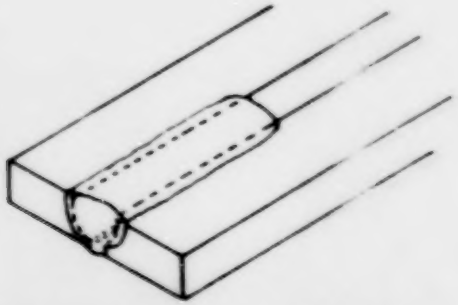
2. Combien y-a-t-il de types d'assemblages?

3. Le professeur fait identifier oralement les joints de son choix.

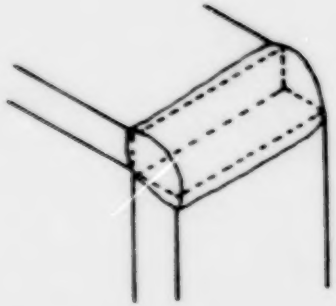


Pender, Le soudage, McGraw Hill.

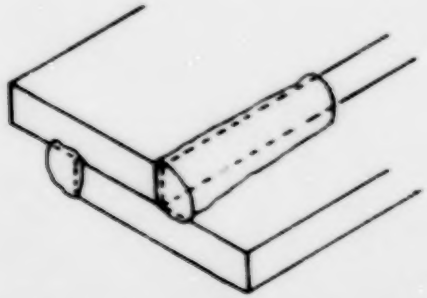
TYPES CLASSIQUES DE JOINTS



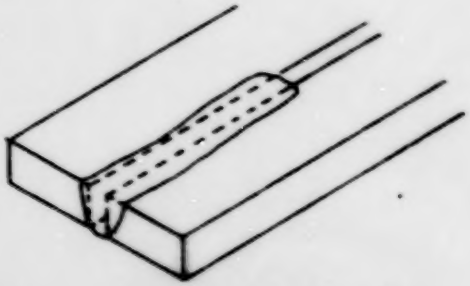
1a- sur bord droit avec chanfrein



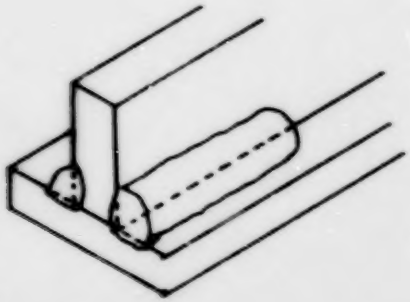
2- d'angle (int. ou ext.)



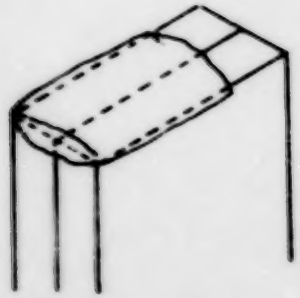
4- à recouvrement



1b- sur bord droit



3- en té



5- sur bord relevé

5. SOUDER A PLAT LES DIVERS JOINTS DE BASE.

SOUDER À PLAT LES DIVERS JOINTS DE BASE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

1. Atelier 5.1: réaliser des soudures sur joint bout à bout.
   Atelier 5.2: réaliser des soudures sur joint à bords relevés
   Atelier 5.3: réaliser des soudures sur joint d'angle extérieur
   Atelier 5.4: réaliser des soudures sur joint d'angle intérieur
   Atelier 5.5: réaliser des soudures sur joint en "T"

2. Atelier synthèse 5.6:
   projet permettant d'intégrer les diverses habiletés développées lors des ateliers précédents.

3. Examen synthèse
   à l'intérieur de chacun des ateliers, les notions de mesure et d'outillage peuvent être intégrées selon le cheminement du programme.

MODÈLE D'ATELIER 5.1

Objectif: réaliser des soudures sur joint bout à bout.

Matériel: tôles d'acier doux de 150 mm x 25 mm x 1,6 mm

Déroulement: 1. démonstration par sous-groupe
2. travail individuel

Exercices d'apprentissage:

a) avec une buse N°1 ou 2 selon le chalumeau, pointer deux (2) tôles en trois (3) endroits
   1. pointer à un bout des tôles
   2. pointer à l'autre bout en ayant soin que les deux tôles soient au même niveau
   3. pointer au centre
   4. redresser l'ensemble formé par les deux (2) tôles
   5. souder le joint ainsi formé avec une baguette de métal d'apport
   6. pour les étudiants les plus avancés, fournir du métal de 3,2 mm d'épaisseur pour refaire l'exercice, et ainsi améliorer son contrôle de la soudure oxyacétylénique.

Évaluation:

L'étudiant présente un ensemble soudé et formé de trois (3) joints de soudure bout à bout.

L'évaluation a comme critères:
50% sur les pénétrations
30% sur la régularité des cordons de soudure
15% sur l'épaisseur de la soudure
5% sur le redressage des pièces une fois les soudures exécutées.
(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

MODÈLE D'ATELIER 5.2

Objectif: réaliser des soudures sur joint à bords relevés

Matériel: plaquettes d'acier doux de 120 mm x 25 mm x 3,2 mm

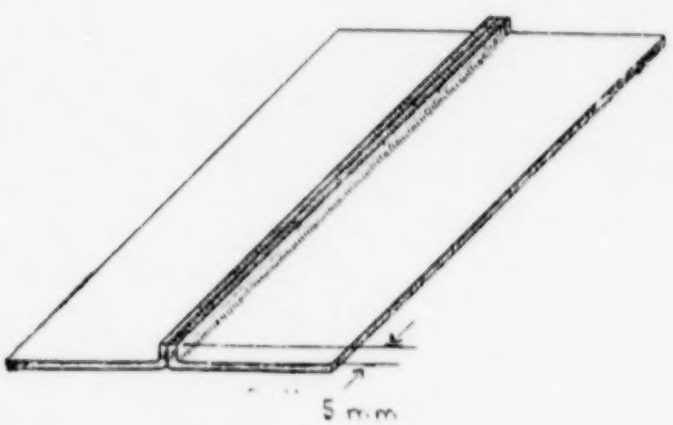
Déroulement:
a) par démonstration devant le groupe
b) par démonstration en sous groupe
c) par conseils, en sous groupe de deux (2) à trois (3) étudiants.

Exercices d'apprentissage:

a) Plier le bord de chaque plaquette d'acier doux de cinq (5) mm à angle droit (fig. I)
b) Pointer les deux (2) pièces de manière à avoir les deux (2) côtés pliés ensemble (fig. I)
c) Vérifier si les pièces sont droites et de même niveau, le cas échéant faire les corrections qui s'imposent.
d) Souder le joint ainsi formé (côté bords relevés)
e) Souder l'autre côté de l'ensemble qui forme un joint bout-à-bout
f) Refaire l'opération au complet après avoir fait contrôler la pièce soudée par le professeur.

Évaluation:

25% sur le pliage et pointage
40% sur la soudage à bord relevé
25% sur le soudure bout-à-bout
10% sur la présentation finale



(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

fig. I

SOUDAGE D'ANGLE

Les soudures d'angle et en "T" sont des soudures faites dans les angles intérieurs et extérieurs d'un assemblage.

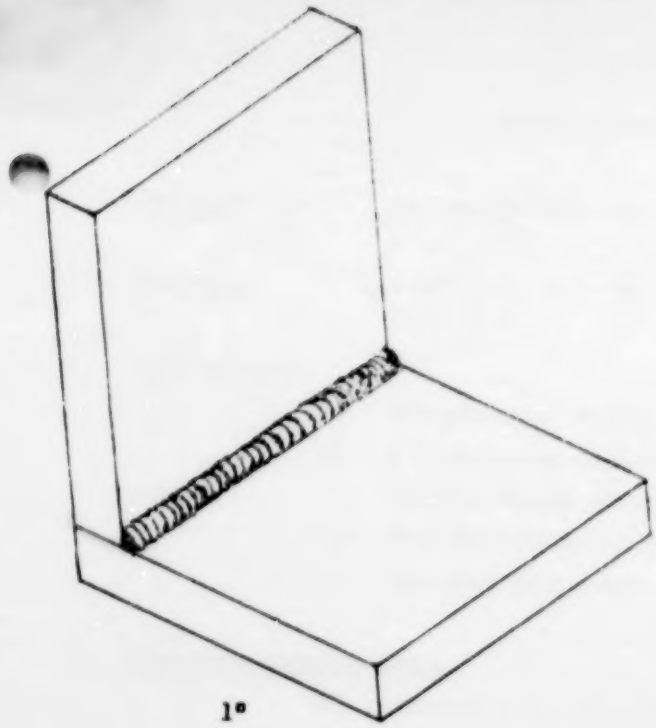
Dans les soudures du type angle intérieur ou en "T" le débutant fait souvent l'erreur de diriger son chalumeau sur un côté seulement, et la soudure n'est fusionnée que d'un seul côté.

Pour prévenir cette faute il faut maintenir le chalumeau dans un angle de 45° avec les bords tandis que le métal d'apport, à un angle de 30° avec le fond de l'angle à souder et de 15° à 20° avec le côté de la plaque verticale.

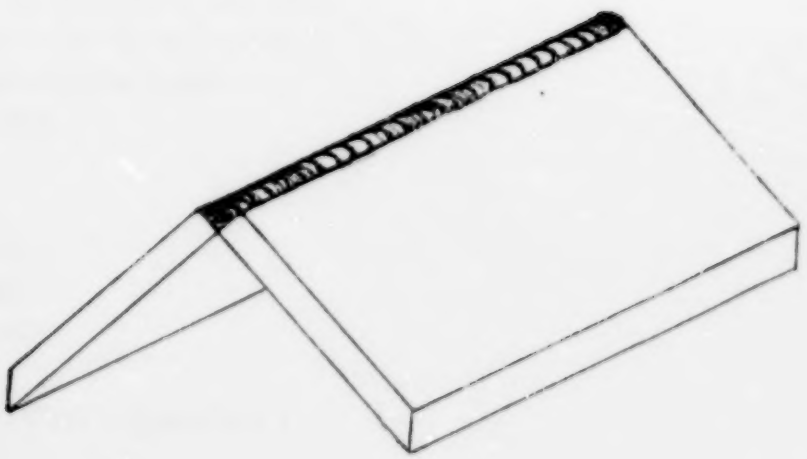
Le chalumeau doit être d'un débit plus grand que pour une soudure à plat bout-à-bout.

A cause de la grande quantité de chaleur demandée le soudeur doit faire un mouvement alternatif afin de chauffer les deux bords de l'angle.

Le cordon de soudure doit être d'environ trois (3) fois l'épaisseur des pièces, la soudure sur l'autre côté de la plaque demande plus de chaleur à cause de l'épaisseur du cordon déjà déposé.



1°



2°

fig. I

Exemples de soudures d'angles 1. angle intérieur
2. angle extérieur

MODÈLES D'ATELIER 5.3

Objectif: réaliser des soudures sur joint d'angle extérieur

Matériel: tôles d'acier doux de 130 mm x 25 mm x 3,2 mm

Déroulement:

A) démonstration devant le groupe

B) en sous groupe de quatre (4) élèves
les sous groupes pratiqueront l'exercice de soudure

C) individuellement les élèves résoudront le problème buse versus épaisseur de la pièce

Exercices d'apprentissage

A) redressage des plaquettes d'acier doux

B) mise en marche des postes à souder

C) pointage des pièces en angles

D) soudage du joint

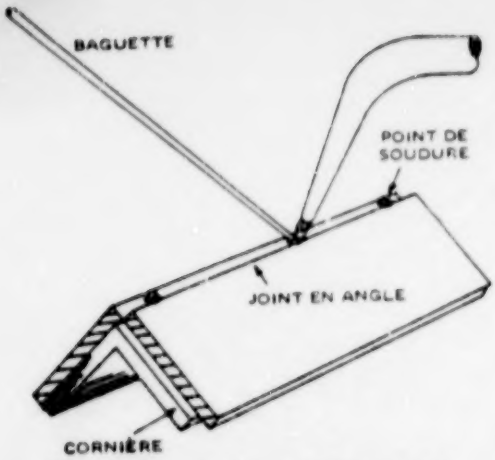
Évaluation:

50% régularité des cordons

20% épaisseur de la soudure

30% pénétration de la soudure

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

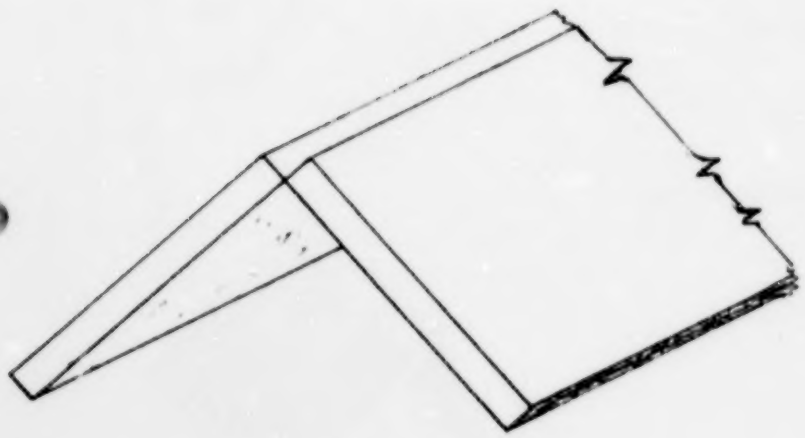


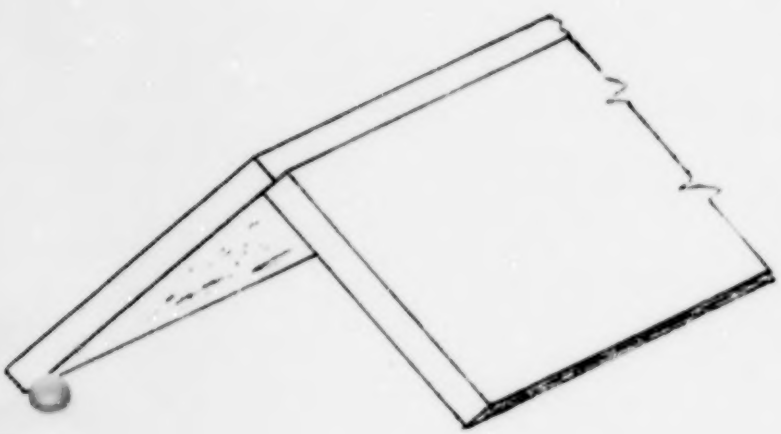
Pender, Le soudage, McGraw Hill

Figure I: Pointage des pièces en angle. Nous voyons une bonne préparation au soudage en angle extérieur. La condition essentielle pour réussir la soudure d'un joint en angle est d'avoir une bonne pénétration.

Avec les figures II, III, IV nous voyons trois (3) dispositions possible des pièces.

Figure II Assemblage très fréquent. Bonne pénétration de la soudure, joint très solide.

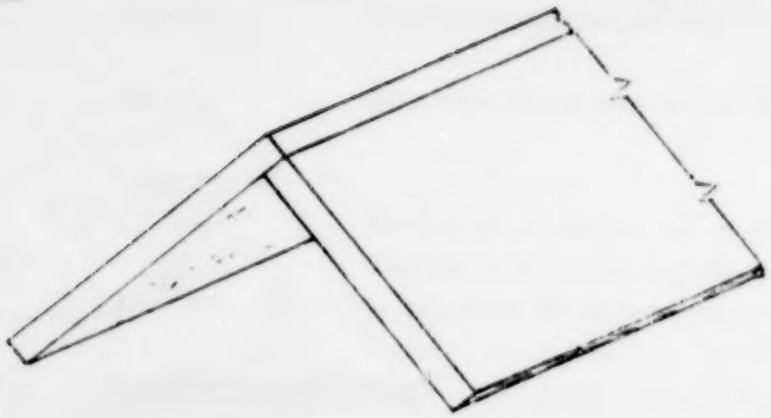




Assemblage en angle extérieur.

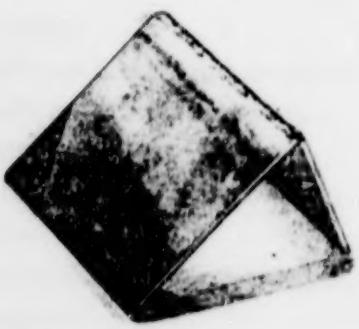
Figure III Dans cet assemblage la pénétration est médiocre, une soudure du côté de l'angle intérieur est préférable.

Figure IV Assemblage en angle extérieur



dans cet assemblage la pénétration est nulle, le soudage intérieur est nécessaire.

Figure V Soudure terminée



Exemple d'une soudure d'angle extérieur bien exécutée.

MODÈLE D'ATELIER 5.5

Objectif: réaliser des soudures sur joint en "T"

Matériel: plaquettes d'acier doux de 100 mm x 15 mm x 3,2 mm

Déroulement:

1. démonstration devant les étudiants pour qui les soudures d'angles posent encore quelques problèmes majeurs.
2. le professeur sert de personne ressource.

Exercices d'apprentissage

a) Pointer les pièces ensemble
b) Vérifier si les pièces sont en angle de 90°
c) Tenir le chalumeau et la baguette de métal d'apport
d) Exécuter la soudure

Évaluation:

10% sur le pointage des pièces
40% sur la première soudure
40% sur la seconde soudure
10% sur la présentation et la finition

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

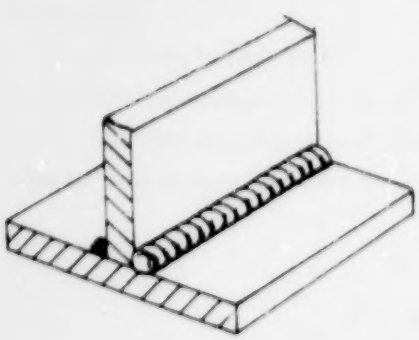


fig. II soudures d'angle complétées

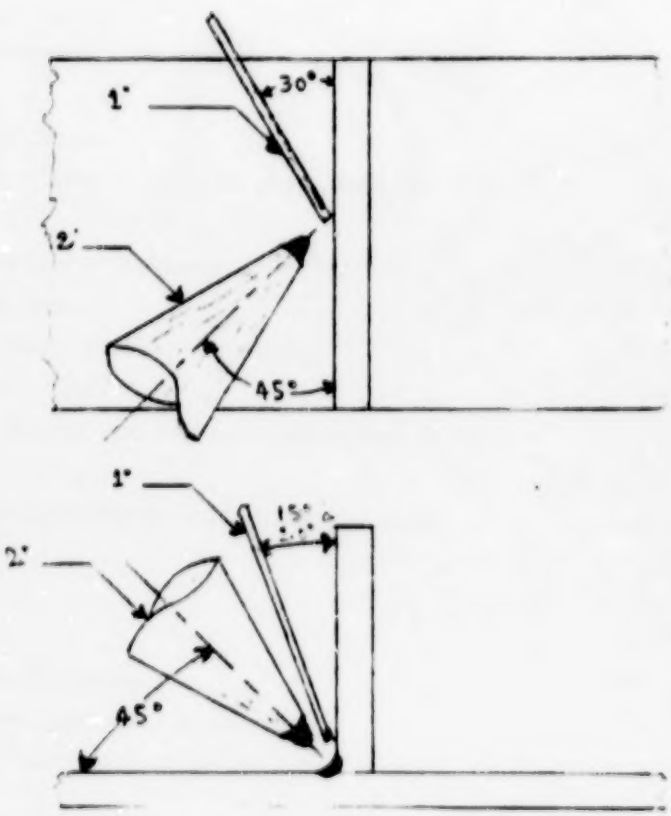


fig.1
1° baguette2° chalumeau

ATELIER SYNTHÈSE 5.6

FABRICATION D'UNE PETITE BOÎTE

Objectif: intégrer les diverses soudures à plat exécutées sur les joints de base.

Matériel: 4 tôles d'acier doux de 100 mm x 25 mm x 1,6 mm
1 tôle d'acier doux de 25 mm x 25 mmx 1,6 mm

Déroulement:

1. travail individuel des élèves
2. professeur agit comme personne ressource

Exercices d'apprentissage

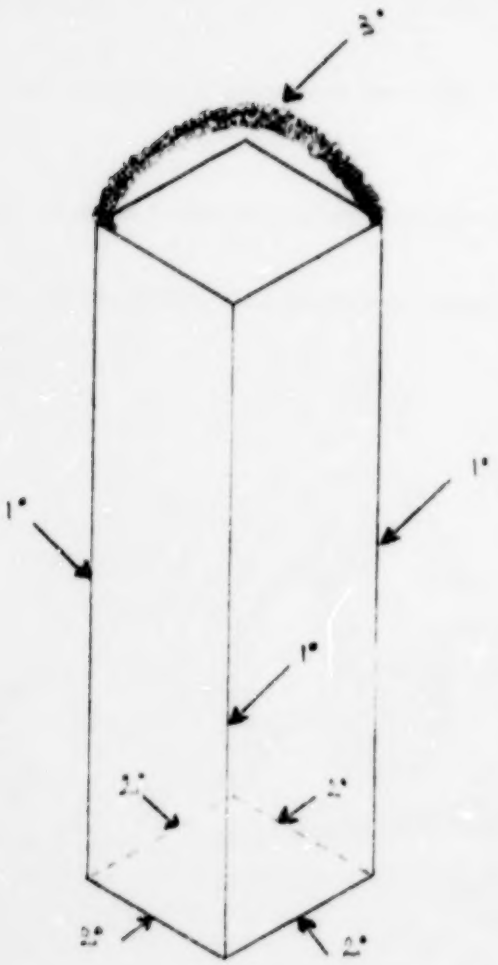
1. les choix du diamètre de la buse et du diamètre du matériel d'apport sont laissés à l'élève
   redresser les tôles avant de les pointer
   pointer les tôles deux par deux pour former un angle droit sur les bords mesurant 100 mm
   faire une soudure en angle intérieur et extérieur
   vérifier l'angle et redresser au besoin
   assembler et souder les deux pièces pour former une boîte
2. prendre la plaquette de 25 mm x 25 mm
   la pointer et la souder pour former une des deux ouvertures de la boîte
3. sur l'autre côté, à l'aide de gouttes de soudure fabriquer une anse.

Évaluation:

Vérifier les soudures
Vérifier l'étanchéité en remplissant d'eau la boîte
Vérifier la solidité de la poignée à l'aide d'une paire de pinces.

Une note peut être donnée à chaque étape de vérification suggérée à l'évaluation.

Aspect final de la boîte



1. soudures des côtés
2. soudures du fond
3. fabrication de l'anse par gouttes de soudure

EXAMEN SYNTHÈSE - ATELIERS 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5

1. Comment éviter l'erreur de diriger le chalumeau sur un côté seulement dans les soudures d'angle intérieur?

2. Pourquoi doit-on avoir un débit plus grand pour une soudure d'angle que pour une soudure bout-à-bout?

3. Quelle épaisseur doit avoir un cordon de soudure en angle intérieur?

4. Dessinez la position des pièces pour une soudure en angle extérieur afin que le joint soit très solide.

6. IDENTIFIER SES DÉFAUTS EN SOUDURE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

1. présentation de l'acétate 6.1, la soudure parfaite et superposition de l'acétate 6.2 représentant les défauts de soudure.

2. Pendant que l'enseignant présente un défaut de soudure, les autres peuvent être cachés au moyen d'un carton posé sur l'acétate.

3. Établissez avec les élèves des comparaisons entre les défauts de soudure.

4. Un tableau (fig. I) des causes des défauts de soudure est inclus au cahier de l'élève. A l'aide de ce tableau, les élèves devront faire l'étude des pièces qu'ils ont soudées au cours des ateliers précédents, relever les différents défauts de soudure et en indiquer la cause.
   Cette suggestion peut être reprise et une phase d'identification des défauts peut être prévue à la fin des ateliers ultérieurs. Chaque élève apporte en classe une de ses pièces, identifie le ou les défauts et le pourquoi du défaut. Le (les) défaut(s) sont notés sur une feuille. L'enseignant projette de nouveau l'acétate 6.1, 6.2 et interroge les élèves sur les défauts de leurs pièces.

5. L'élève fait l'exercice "le mot caché". Celui-ci peut être commencé en classe et terminé à l'extérieur de la classe.
   Cet exercice a pour objectif de faire une recherche des définitions de termes se rapportant aux défauts de soudure. Un second objectif serait de faire réaliser à l'élève, l'éventail de documentation existante et mise à sa disposition, par exemple: les dictionnaires, les encyclopédies, les volumes de soudure, etc.

TABLEAU DES DÉFAUTS DES SOUDURES OXYACÉTYLÉNIQUE (fig. I)

I BOURRELET OU MANQUE DE FUSION

.buse trop petite
.avancement trop rapide
.chauffage insuffisant

II MANQUE DE PÉNÉTRATION

.faute du soudeur
.chalumeau trop puissant, tenu trop écarté ou trop incliné
.manque d'écartement des pièces

III CANIVEAUX

.buse trop puissante
.mauvaise manipulation du chalumeau

IV PÉNÉTRATION EXCESSIVE

.avance trop lente
.chalumeau trop fort
.écartement trop grand des pièces

EXERCICE - LE MOT CACHÉ

1° Dans cet exercice il s'agit de trouver le mot caché en partant des mots énoncés dans le paragraphe suivant.

2. Donner la définition du mot caché.

N	O	L	T	A	L	L	E	V	I	N	E	D
D	S	C	A	N	I	V	E	A	U	X	D	A
E	U	C	U	S	F	T	R	O	U	S	E	N
N	R	A	S	O	I	E	N	I	A	S	F	O
A	E	R	E	U	S	E	B	A	S	E	D	I
T	P	B	T	F	S	T	T	N	O	S	R	T
U	A	U	I	F	U	N	M	O	F	E	M	A
R	I	R	S	L	R	A	E	R	U	M	A	R
A	S	A	O	U	E	D	T	M	S	M	T	T
T	S	N	R	R	S	Y	A	A	I	A	I	E
I	E	T	O	E	G	X	L	L	O	L	O	N
O	U	E	P	S	E	O	N	E	N	F	N	E
N	R	E	E	C	N	E	R	A	P	P	A	P

A. apparence
B. base
C. caniveaux - carburante
D. déformation - dénaturation - dénivellement
F. fissures - flammes - fusion
M. métal
N. normale
O. oxydante
P. pénétration - porosités
S. saine - soufflures - surépaisseur
T. trous

Cet exercice peut être fait individuellement ou en groupe de 2 noms tirés au hasard.

Après avoir complété le mot caché, trouver la définition de chaque mot du mot caché.

Le volume de base de soudure peut-être employé pour le travail.

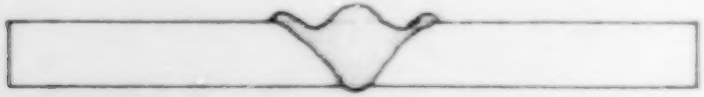
soudure parfaite

6.2

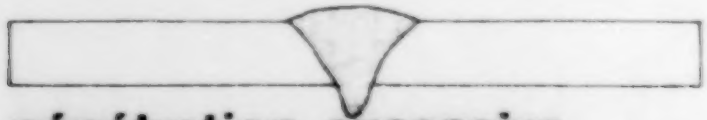
DÉFAUTS DE SOUDURE

bourrelet

manque de pénétration



caniveaux



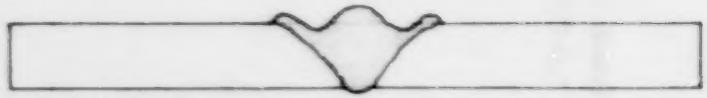
pénétration excessive

6.2

DÉFAUTS DE SOUDURE

bourrelet

manque de pénétration



caniveaux

pénétration excessive

7. SOUDER LES DIVERS JOINTS EN POSITION HORIZONTALE

SOUDER LES DIVERS JOINTS EN POSITION HORIZONTALE

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

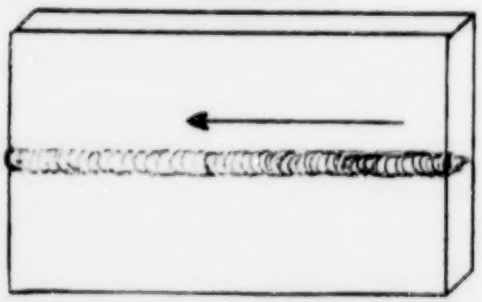
Atelier 7.1 réaliser des soudures en position horizontale sur joint bout-à-bout.

Atelier 7.2 réaliser des soudures en position horizontale sur joint en angles extérieurs et intérieurs.

LE SOUDAGE HORIZONTAL EN CORNICHE

Le soudage en position horizontale est une soudure exécutée sur une surface verticale.

Dans ce type de soudure, la principale difficulté vient de la tendance du métal en fusion à s'écouler vers le bas par gravité.



Soudage horizontal

fig. I

Pour pouvoir réussir cette soudure (fig. I), il faut chauffer la pièce du haut sans la fusionner, puis on chauffe celle du bas et par radiation la chaleur fait fondre les deux bords des tôles.

Le chalumeau doit être manoeuvré de manière à ce que la flamme retienne le métal en fusion dans la bonne position, c'est-à-dire que le chalumeau forme un angle droit avec la pièce à souder. A cause de l'amincissement du bord de la tôle supérieure, l'apport du métal doit être plus grand. Donc il faut garder la baguette de métal d'apport sur la partie amincie afin de contrebalancer l'effet d'affaissement de cette partie du joint.

Souvent le cordon de soudure comporte un léger renforcement à la partie inférieure, et il faut beaucoup de pratique pour maîtriser ce genre de soudure.

MODÈLE D'ATELIER 7.1

Objectif: Réaliser des soudures en position horizontale sur joint bout-à-bout.

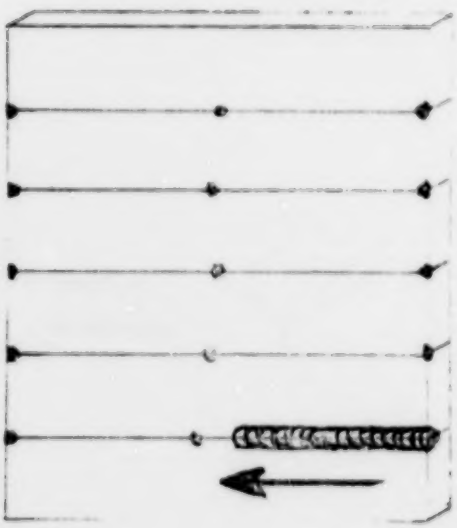
Matériel: Tôles d'acier doux 130 mm x 25 mm x 3,2 mm.

Déroulement:

A) Démonstration devant le groupe avec explications orales.

B) Travail individuel par les élèves.

Exercices d'apprentissage:



(fig. I)

A) coupage et redressage des plaquettes d'acier doux.

B) pointage des plaquettes afin de former un ensemble de 6 plaquettes. (cf. fig. I)

C) soudage des joints en position horizontale.

D) chaque soudure exécutée sert de modèle pour la suivante afin d'améliorer la technique de soudage et de réduire les défauts.

Évaluation:

60% sur le contrôle des soudures en position horizontale (forme du cordon, défauts apparents).

20% sur redressage et le pointage des pièces sur un même plan.

20% sur l'emploi sécuritaire du chalumeau et des divers outils.

MODÈLE D'ATELIER 7.2

Objectif: réaliser des soudures en position horizontale sur joint en angles extérieurs et intérieurs.

Matériel: tôles d'acier doux 130 mm x 25 mm x 3,2 mm.

Déroulement:

A) Les élèves exécutent les soudures en angles extérieurs en mettant en pratique les acquis de l'exercice précédent du soudage horizontal.

B) L'exercice se fait individuellement.

C) Le professeur fait un contrôle pendant l'exercice et apporte des correctifs selon les besoins de chacun

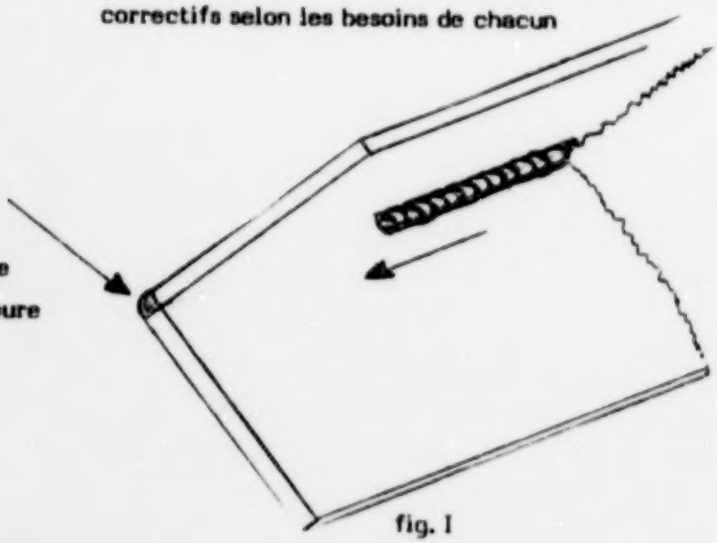


fig. 1

Exercices d'apprentissage:

A) couper les tôles d'acier doux aux mesures décrites plus haut.

B) Pointer les tôles par deux pour former un angle droit.

C) Placer en position horizontale.

D) Souder l'angle extérieur.

E) Souder l'angle intérieur.

Évaluation:

60% sur le contrôle des soudures en position horizontale angle intérieur.

20% sur le contrôle des soudures en position horizontale angle extérieur.

20% sur l'emploi sécuritaire du chalumeau et des divers outils.

8. SOUDER LES DIVERS JOINTS
EN POSITION VERTICALE.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES:

1. Texte sur la soudure verticale.

2. Atelier 8.1 réaliser des soudures verticales montantes.
   Atelier 8.2 réaliser des soudures verticales montantes en angle intérieur et extérieur
   Atelier 8.3 réaliser des soudures horizontales et verticales
   Atelier synthèse.

3. Examen synthèse.

1. La soudure verticale montante semble difficile à exécuter mais comparativement à la soudure horizontale pour laquelle le métal en fusion s'affaisse et provoque des problèmes au soudeur, la soudure montante grâce à la gravité qui fait descendre le métal liquide, permet de bâtir un pont de soudure entre les deux pièces sans problème. L'angle du chalumeau doit être maintenu à environ 30°. Le métal d'apport lui, doit avoir un angle de 20° afin de former la seconde partie du "V" ouvert vers le haut.

La pénétration se réalise assez bien dans ce genre de soudure, et le maintient d'un petit trou à l'avant du bain permet d'obtenir une fusion complète des bords. La vitesse d'avancement influe sur l'épaisseur du cordon et la profondeur de la fusion. Pour les pièces plus épaisses on obtient de bons résultats lorsque deux soudeurs travaillent ensemble de chaque côté du joint. Mais là encore une grande dextérité est de mise afin d'éviter les effondrements de métal.

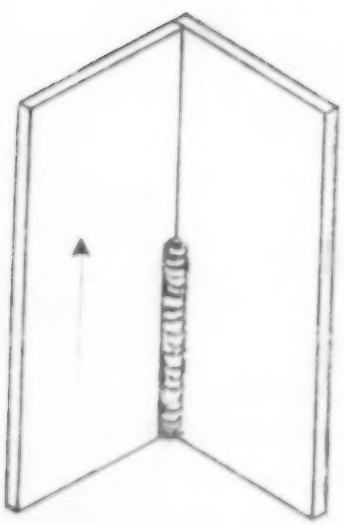


fig. I

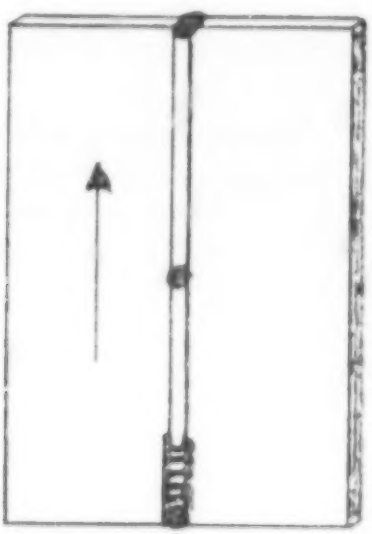


fig. II

MODÈLE D'ATELIER 8.1

Objectif: réaliser des soudures verticales montantes.

Matériel: acier doux de 100 mm x 50 mm x 2,4 mm

Déroulement:

A) Démonstration en groupe
B) Les étudiants les plus avancés aident le restant du groupe (par équipe)
C) Le professeur fait office de personne ressource
D) Retour au travail individuel pour tous.

Exercices d'apprentissage:

A) Pointer les plaquettes avec un espace de deux (2) millimètres.
B) Vérifier si les plaquettes sont au même niveau.
C) Placer l'ensemble de manière à souder de bas en haut.
D) Souder en respectant les normes décrites en théorie.
E) Vérifier et nettoyer la plaque soudée.
F) Refaire l'exercice avec un espace de 3 à 4 mm pour la pénétration.

Évaluation;

50% pénétration de la soudure
20% pointage sur le même niveau
30% cordon de soudure

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

MODÈLE D'ATELIER 8.2

Objectif: réaliser des soudures verticales montantes en angle intérieur et extérieur.

Matériel: acier doux de 70 mm x 15 mm x 2,4 mm.

Déroulement:

A) Démonstration du professeur

B) Travail individuel

Exercices d'apprentissage

A) Pointer 10 plaquettes deux par deux afin de former un angle droit.

B) Pointer l'ensemble des plaquettes afin de former un escalier.

C) Placer l'ensemble en position verticale.

D) Souder les angles extérieurs en position verticale montante.

E) Souder les angles intérieurs en position verticale montante.

Évaluation

45% pour soudure intérieur

45% pour soudure extérieur

10% sur angles droits

Après correction, l'enseignant garde l'escalier produit par chacun afin d'être réutilisé par l'élève au cours de l'atelier synthèse.

1. Souder les deux côtés de l'escalier

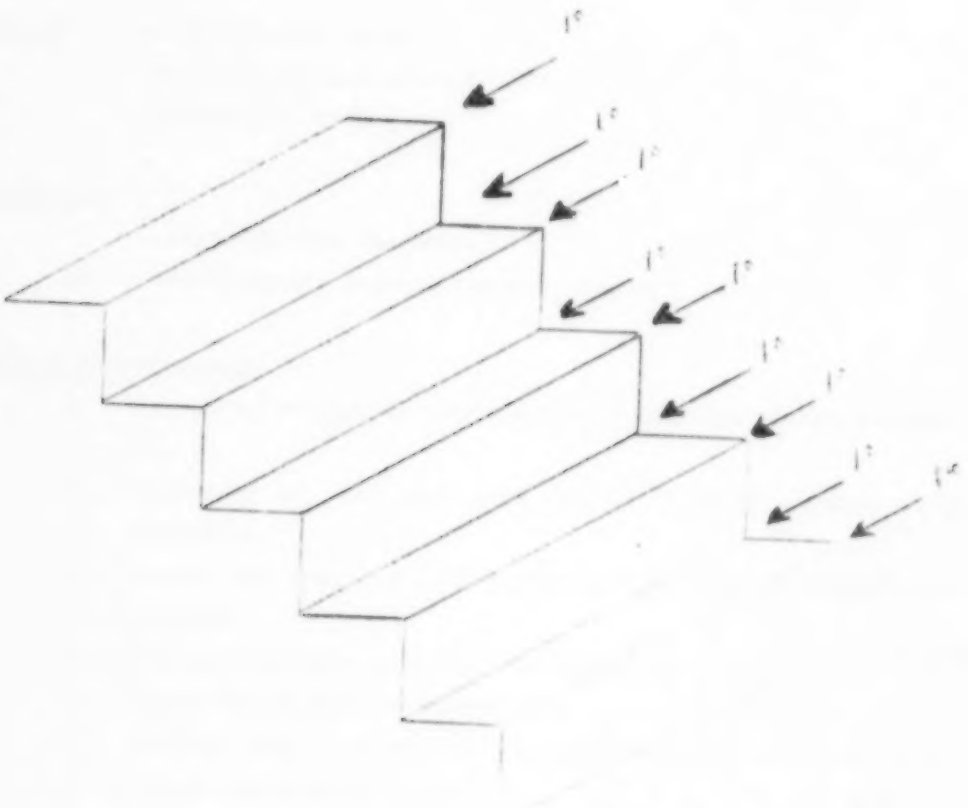


fig. I

ATELIER SYNTHÈSE 8.3

FABRICATION D'UNE PASSERELLE

Objectif: réaliser des soudures horizontales et verticales.

Matériel: escalier de l'atelier 8.2
fer plat 70 mm x 15 mm x 3,2 mm
baguette d'acier doux

Déroulement:

A) Travail individuel des élèves

B) L'enseignant agit comme personne ressource.

Exercices d'apprentissage

1. Reproduire un escalier similaire à celui qui a été produit à l'atelier 8.2.
2. Assembler les fers plats pour former la partie centrale de la passerelle.
3. Couper des longueurs de fers plats qui serviront de supports à la passerelle.
4. Fabriquer les rampes au moyen de baguettes.
5. Souder chaque élément séparément.
6. Montage final - joindre les deux escaliers à la passerelle et les rampes aux escaliers.
7. Souder les parties entre elles.
8. Nettoyage ou brossage de la passerelle.
9. Vernissage ou peinture de la passerelle.

Évaluation

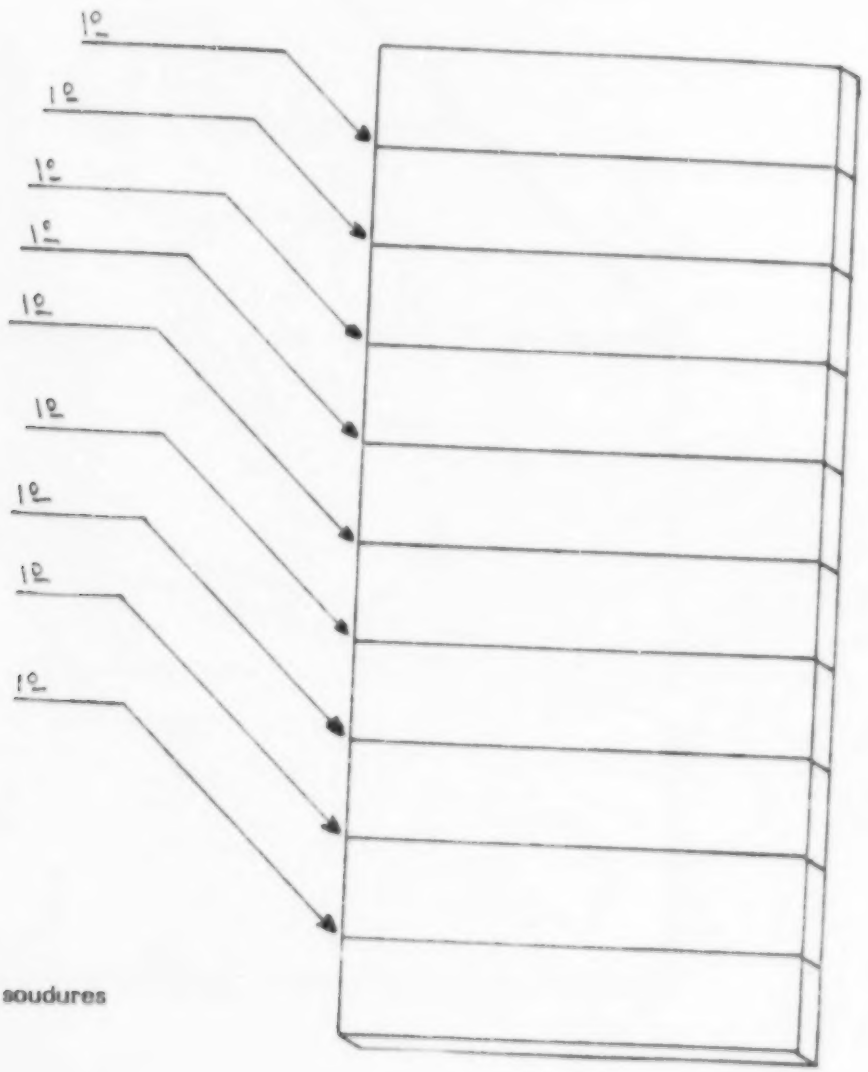
.vérifier les soudures

.vérifier la solidité des soudures joignant les différentes parties

.vérifier la symétrie d'ensemble

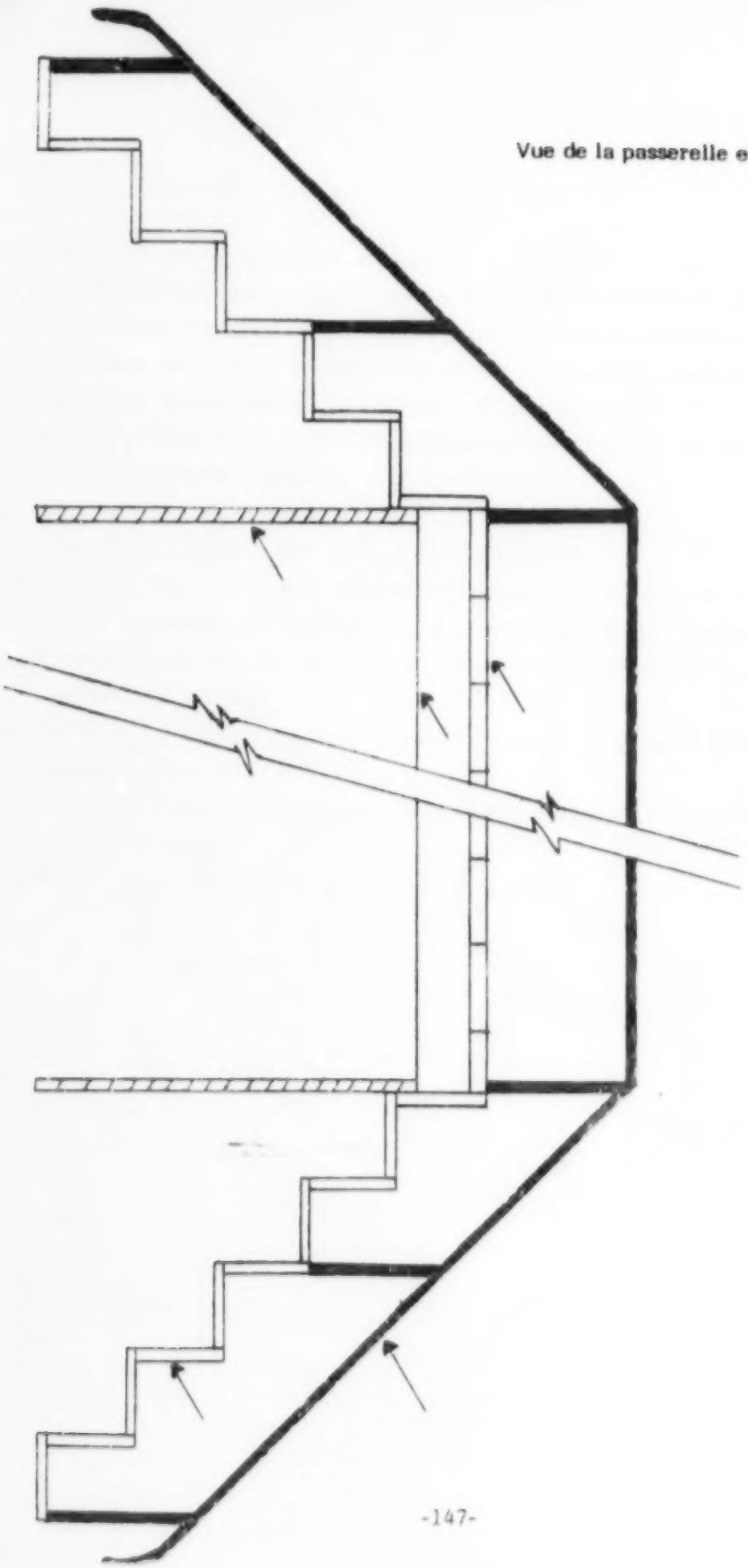
Une note peut être donnée à chacune des étapes suggérées à la partie "Exercices d'apprentissage".

2. Assemblage de la partie centrale de la passerelle.



1° soudures

Vue de la passerelle en élévation



EXAMEN SYNTHÈSE - ATELIERS 7.1, 7.2, 8.1, 8.2, 8.3

(Banque de questions)

1. Qu'est-ce qu'une soudure horizontale?
2. Quelle difficulté principale rencontre-t-on en soudure horizontale?
3. Décrivez la technique utilisée pour réussir une soudure horizontale.
4. Dans quel cas l'apport de métal doit-il être plus grand en soudure horizontale?
5. Dans quel sens s'exécute une soudure verticale montante?
6. A quels angles doivent être maintenus le chalumeau et le métal d'apport en soudure verticale montante?
7. Qu'entend-on par pénétration complète?
8. Comment le soudeur s'aperçoit qu'il y a pénétration?
9. Nommez deux effets de la vitesse d'avancement en soudure verticale montante?
10. Comment obtenir de bons résultats sur des pièces épaisses en soudure verticale?
11. Comment peut-on contrebalancer l'effet d'affaissement dans une soudure en position horizontale?
12. Pourquoi la soudure verticale montante est-elle plus facile à exécuter qu'une soudure horizontale?
13. Qu'est-ce qui permet d'obtenir une fusion (pénétration) complète des bords en soudure verticale?
14. Qu'est-ce qui influe sur la profondeur de la fusion?

9. SOUDER LES DIVERS JOINTS
EN POSITION PLAFOND.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

1. Court texte sur la soudure au plafond.

2. Atelier 9.1 réaliser des soudures en plafond sur joint bout-à-bout.
   Atelier 9.2 réaliser des soudures sur angle intérieur en plafond.

3. Examen synthèse.

SOUDURE AU PLAFOND

La soudure au plafond s'exécute de la même manière que la soudure à plat, sauf que le travail se fait au-dessus de la tête du soudeur.

Dans le soudage au plafond, le soudeur doit tenir compte de sa sécurité personnelle dû à la position de soudage qui engendre des chutes de particules brûlantes et parfois des gouttes de métal en fusion.

La position de travail du soudeur joue un rôle important dans ce type de soudure. En effet, le soudeur doit se placer dans l'axe du joint, exécuter la soudure en la dirigeant vers lui et reculer au fur et à mesure de la progression du cordon de soudure.

Cette méthode a l'avantage d'éviter les chûtes de métal brûlant sur le soudeur, d'avoir une bonne visibilité, et un contrôle du bain de fusion.

En résumé dans le soudage au plafond il faut éviter la formation d'un bain de fusion trop grand car alors le métal en fusion tomberait par gravité.

MODÈLE D'ATELIER 9.1

Objectif: réaliser des soudures en plafond sur joint bout-à-bout.

Matériel: tôles d'acier de 100 mm x 15 mm x 1,6 mm

Déroulement:

A) Démonstration du soudage en plafond

B) Rotation pour corriger les fautes les plus flagrantes de chacun

C) Encourager les étudiants pour le travail accompli.

Exercices d'apprentissage:

1) Pointer les pièces

2) Installer l'ensemble en position plafond

3) Le soudeur s'installe de manière à être à l'aise pour souder et éviter les brûlures

4) Avant de se servir du métal d'apport faire simplement un bain de fusion

5) Faire la soudure en ajoutant du métal d'apport.

Évaluation:

45% sur l'apparence du cordon

15% sur le nombre de soudures bien exécutées

20% sur la méthode employée

20% sur les précautions prises pour sa propre sécurité.

MODÈLE D'ATELIER 9.2

Objectif: réaliser des soudures sur angle intérieur en plafond

Matériel: acier doux 75 mm x 20 mm x 3,2 mm

Déroulement:

A) Travail individuel des élèves

B) Démonstration du professeur

C) Rotation avec rappel des règles de sécurité.

Exercices d'apprentissage:

1) Pointage des pièces à plat
2) Installer l'ensemble en position plafond
3) Prendre les mesures voulues pour éviter les brûlures.
4) Souder le joint
5) Vérification du travail.

Évaluation:

50% apparence des cordons

20% méthode employée

25% précautions prises pour sa sécurité

5% sur la quantité de soudure.

EXAMEN SYNTHÈSE - ATELIER 9.1, 9.2

1. Comment s'exécute une soudure au plafond?

2. Pourquoi en soudure au plafond, le soudeur doit-il penser sécurité?

3. Comment doit se placer le soudeur pour effectuer une soudure au plafond?

4. Pourquoi doit-il adopter une pareille position?

5. Pourquoi faut-il éviter la formation d'un bain de fusion trop grand?

10. VALORISER LE TRAVAIL ACCOMPLI PAR L'ÉTUDIANT.

SUGGESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

1. Atelier synthèse 10.1 fabrication d'un moulin à vent.

2. Jeu de définitions permettant un rappel de toutes les notions vues depuis le début du module "Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène".

MODÈLE D'ATELIER 10.1

FABRICATION D'UN MOULIN À VENT

Objectif: 1° Promouvoir l'autonomie de chacun

2° Réaliser un projet synthèse des diverses soudures

3. Valoriser le travail de chacun.

Matériel: acier doux de 1,6 mm et 3,2 mm pour les détails voir le plan du moulin.

Déroulement:

A) Rencontre avec le groupe pour expliquer les détails du plan

B) Chacun se met au travail selon les étapes du plan

C) Le professeur sert de ressource le cas échéant

D) Donner du feedback pour le travail accompli.

Exercices d'apprentissage

1. Suivre les détails du plan

2. Transfert d'apprentissage

Évaluation:

100 points sur les soudures des plaquettes

50 points sur les mesures exactes (2 mm)

50 points sur le respect des angles

100 points sur les soudures d'assemblages

100 points sur l'hélice du moulin

100 points sur les soudures du toit

50 points sur l'originalité de la finition

50 points sur l'emploi sécuritaire des outils

LE MOULIN À VENT (1)

1. Couper six (6) tôles d'acier doux de 127 mm x 35 mm x 1,6 mm
2. Redresser au besoin avec un marteau
3. Tracer les (3) lignes avec une craie spéciale
4. Souder les cordons en suivant les lignes tracées
5. Redresser de nouveau et nettoyer les tôles.

Lignes pour soudures

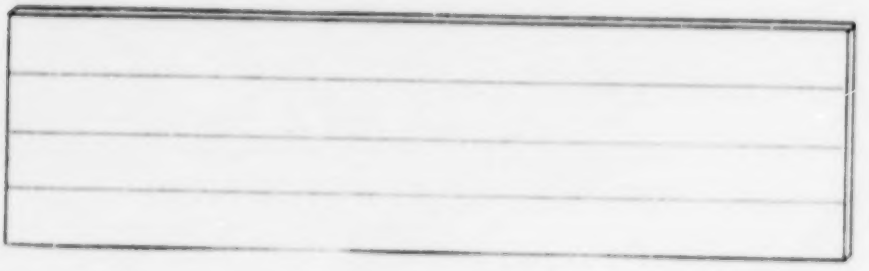


fig. I

soudure

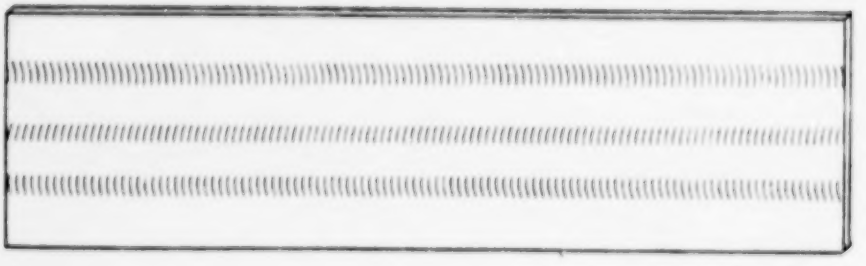


fig. II

LE MOULIN À VENT (2)

1. Préparer un gabarit (se référer à la fig. I, Pointage des pièces en angle, Atelier 5.3) pour pouvoir pointer les pièces à 120°.
2. Pointer les plaquettes deux (2) par deux (2) en respectant un angle total de 120°
3. Assembler les trois (3) sections ainsi formées
4. Vérifier l'angle de l'ensemble et corriger si besoin.

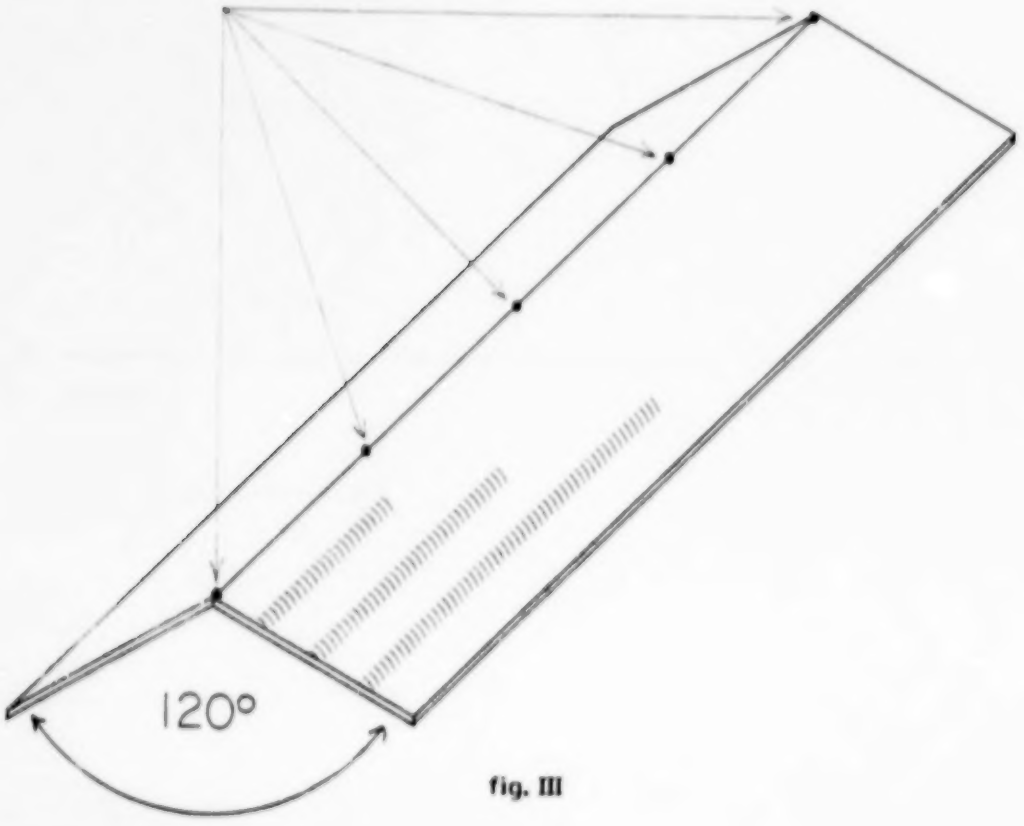


fig. III

LE MOULIN À VENT (3)

1. Couper les six (6) triangles isocèles qui formeront le toit.

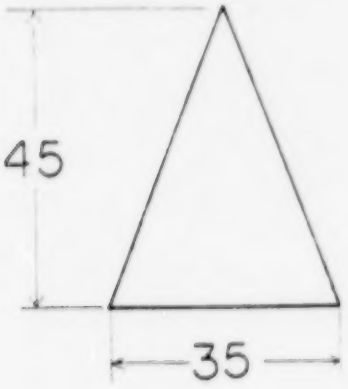
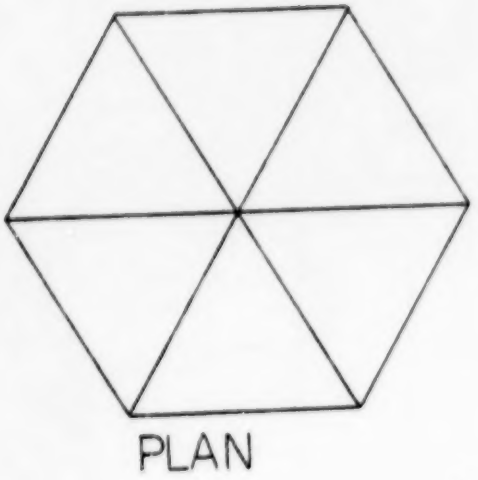


Fig. IV

2. Assemblage du toit: la méthode d'assemblage est laissée à l'initiative de l'étudiant.



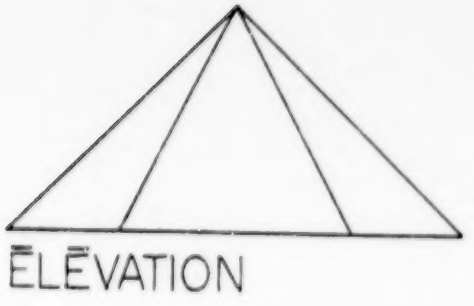


fig. V

MOULIN À VENT (4)

1. Assemblage des parties formant le corps du moulin et de son toit.
2. L'assemblage du toit se fait en pointant les pièces une après l'autre sur le corps du moulin.

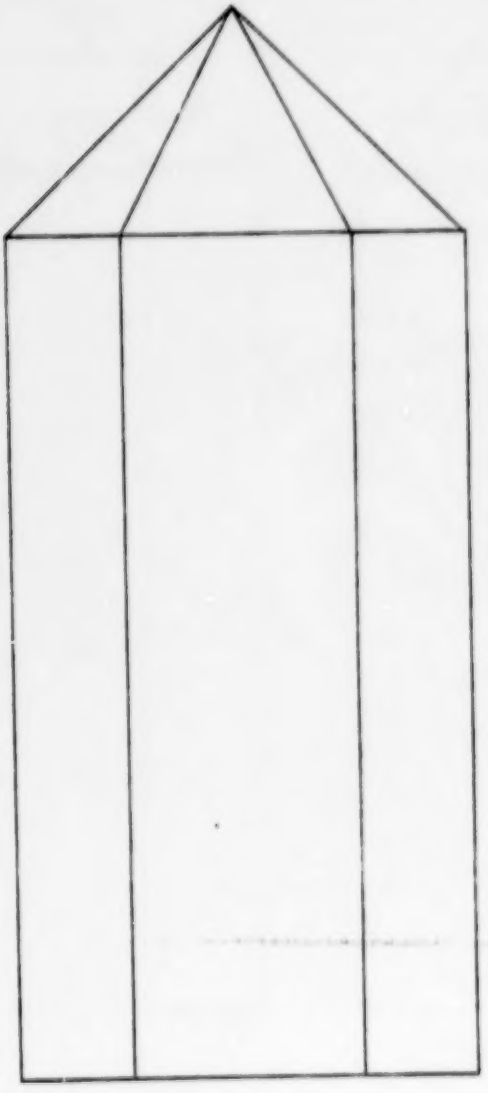


fig. VI.

MOULIN À VENT (5)

1. Soudage du toit
2. Exécuter des cordons de soudure du toit.

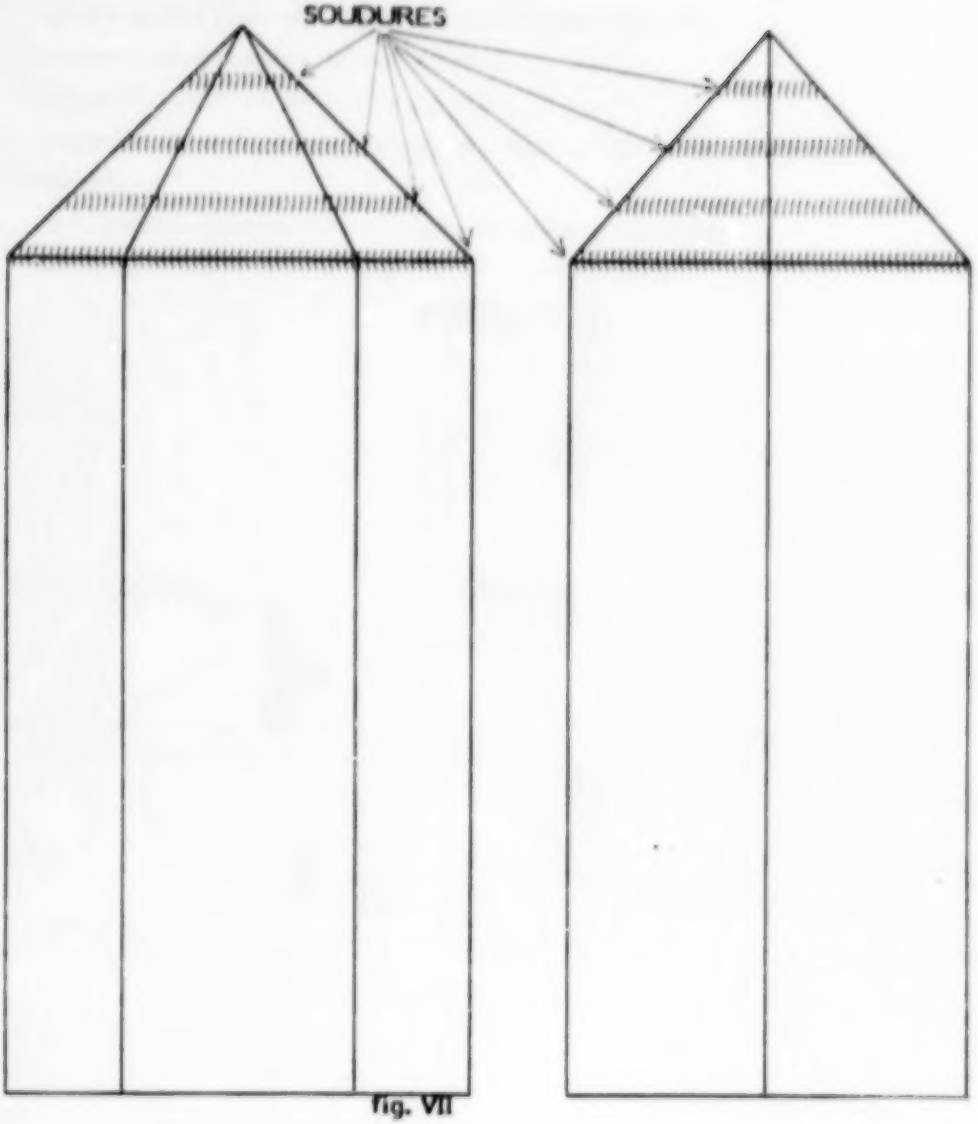


fig. VII

MOULIN À VENT (6)

1. Fabrication des ailes du moulin

-couper quatre tiges de 65 mm de long x 4 mm de diamètre

-couper quatre plaquettes d'acier doux 10 mm x 20 mm

-couper quatre tiges de 50 mm x 2 mm

-couper quatre tiges de 25 mm x 2 mm

-couper et assembler selon le plan les tiges intérieures à 5 mm de distance chacune

-une rondelle centrale permet d'assembler les quatre ailes

-les ailes du moulin ont un angle de 5° vers l'intérieur

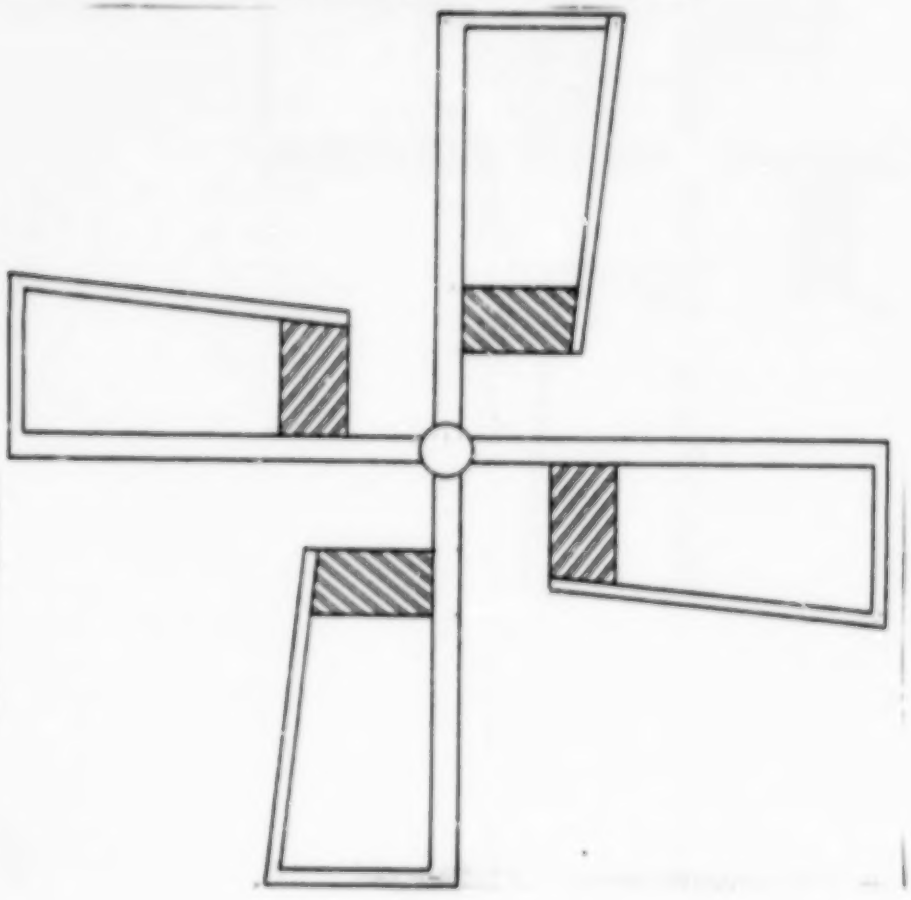


fig. VIII

MOULIN À VENT (7)

Vue de face

1. Percer un trou selon le diamètre de l'axe central des ailes à 115 mm en partant du bas du moulin.
2. L'ensemble doit tourner sur un simple mouvement de la main sur une aile.
3. Le bout peut être monté sur une base en bois ou en métal, selon les objectifs du professeur.

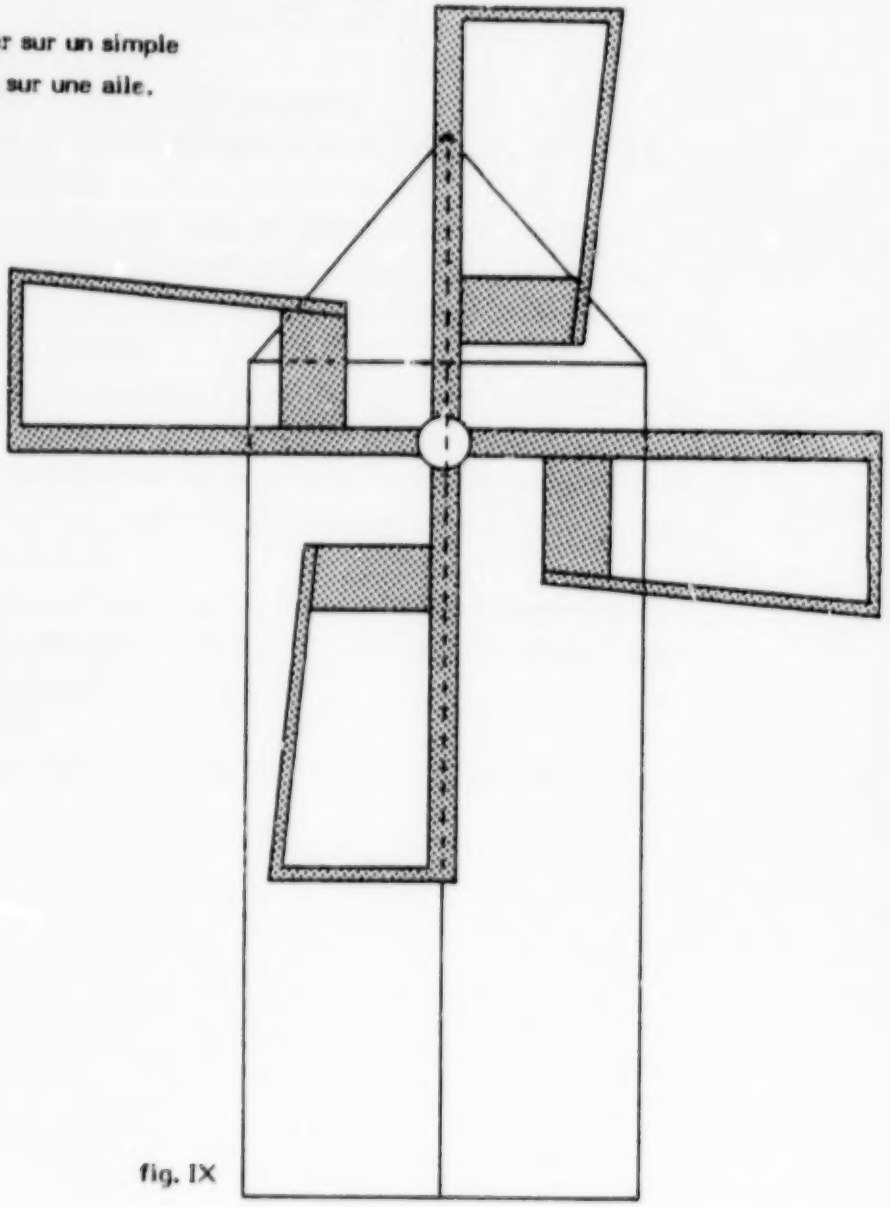


fig. IX

JEU DE DÉFINITION - SYNTHÈSE

Les jeux de cartes sont glissés dans la pochette à l'intérieur du cartable.

RÈGLES DU JEU

Ce jeu se joue par groupe de 4 à 6 joueurs.

Chaque joueur reçoit au début du jeu 2 cartes de termes.

Le but du jeu est d'associer la bonne définition à un terme. Il y a un total de 4 définitions pour chacun des termes.

Chaque joueur pige à tour de rôle une carte de définition. Si la carte pigée ne coïncide pas avec l'un des termes qu'il a entre les mains, le joueur remet cette carte sur la table et c'est à l'autre joueur de piger à son tour ou de prendre la dernière carte qui vient d'être déposée.

Chaque joueur a le privilège de changer sa ou ses carte(s) de terme lorsque c'est son tour de jouer mais il ne peut avoir plus que 2 cartes dans les mains.

Aussitôt qu'une paire (terme-définition) est constituée, l'élève dépose cette paire face contre table et pige un autre terme. Il n'a cependant pas le droit de piger immédiatement une autre définition.

Aussitôt que l'un des joueurs a ramassé 2 paires, le jeu arrête et l'enseignant et les élèves vérifient l'exactitude des paires formées. Chaque bonne paire de chaque joueur vaut un point.

L'enseignant peut fixer une limite de points à l'avance afin de déterminer la longueur des parties.

CORRIGÉ DU JEU

LISTE DES TERMES

1. Flamme normale
2. Flamme oxydante
3. Flamme carburante
4. Caniveau
5. Soudure autogène
6. Soudure hétérogène
7. Acétylène
8. Oxygène
9. Fusion
10. Acier doux
11. Manque de pénétration
12. Trous
13. Fonte
14. Porosités
15 Fissure
16. Dilatation

LISTE DE DÉFINITIONS

1. Produit une grande chaleur
   employée pour souder l'acier doux
   un mélange équilibré des deux gaz est composé de deux zones
   flamme la plus couramment employée

2. rend les soudures fragiles
   produit une flamme bruyante
   le métal semble bouillir sous son action
   sous son action la soudure devient poreuse

3. possède trois zones distinctes
   flamme avec excès de combustible
   carbonise le métal en fusion
   sous son action la soudure devient fragile

4. amincissement des bords de la pièce
   on en trouve sur le bord des routes
   causé par un chalumeau tenu trop de côté
   défaut qui se retrouve sur les côtés de la soudure

5. ensemble homogène
   couleur uniforme
   ensemble de métaux de même nature
   métal d'apport de même nature que la base

6. couleurs différentes
   métal d'apport différent du métal de base
   pénétration par capillaires
   assemblage de métaux divers

7. Fabriqué à l'aide d'eau et de carbures
   odeur caractéristique
   danger, si trop comprimé

14. défaut qui ressemble à l'éponge
    défaut provoqué par le gaz prisonnier dans une soudure
    le carbone d'une flamme produit ce défaut sur l'acier doux
    la peau en comprend des milliers

15. les routes, les rues, au printemps en ont parfois des profondes
    se produit parfois sur la fonte, suite à une mauvaise répartition de la chaleur
    une dilatation ou un retrait excessif produit ce défaut
    les tensions, les déformations provoquent parfois ce défaut

16. atteint son maximum à la période de fusion
    augmente avec chaque degré de chaleur
    en soudure, le retrait devient plus important, si la pièce n'est pas libre
    si la pièce est libre, elle est égale au retrait

CONCLUSION

En conclusion, le travail de planification, d'élaboration et de conception qui a été fait à l'intérieur de ce module "Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène" vise à susciter chez les enseignants qui l'auront utilisé, une interrogation face à leur approche pédagogique et aux moyens mis en oeuvre pour éveiller l'intérêt de l'élève et faciliter l'apprentissage. Non pas que ce document fournisse une liste exhaustive de toutes les stratégies pédagogiques. Le document est plutôt une aide à l'enseignant qui se demande comment organiser son enseignement et par imitation du travail qui a été fait à l'intérieur du module, l'enseignant pourra poursuivre de façon individuelle la réflexion amorcée.

Nous espérons que les documents ont pu vous être utile ainsi qu'à vos élèves.

Nous aimerions connaître vos réactions et vos suggestions. Il y a à cet effet une courte formule d'évaluation que vous pourriez remplir et retourner à l'adresse indiquée.

ÉVALUATION DU DOCUMENT

Cochez une réponse

1. Avez-vous utilisé le document (cahier du maître, cahier de l'élève)

   en totalité ____
   en partie ____
   pas du tout ____

2. Dans l'ensemble jugez-vous le document

   utile ____
   inutile ____

   Si vous jugez le document utile, répondez à la question suivante

3. Le document vous a-t-il été utile pour

   .vous aider à planifier votre enseignement une fois ce module terminé ____
   .vous sensibiliser à l'intérêt d'utiliser plusieurs modes d'apprentissage
   .découvrir une façon de motiver vos élèves
   .autre ____
   ____

4. Quelle(s) partie(s) du document avez-vous surtout utilisée(s)?
   (Répondez par ordre d'importance décroissante, 7 étant la partie la plus utilisée, 7 à 1)

   .les suggestions méthodologiques ____
   .les acétates ____
   .les exercices ____
   .les jeux ____
   .les examens ____
   .les textes ____
   .les ateliers ____

5. Vos élèves ont-il été

.plus intéressés que d'habitude ___

.moins intéressés que d'habitude ___

.aucun changement dans l'intérêt pendant l'utilisation du document au cours de ce module ___

6. Seriez-vous intéressés à utiliser d'autres documents de ce genre

oui ____

non ____

7. Vos commentaires

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Envoyez à: Alphonse Militello
37 Châteauguay
Templeton
Gatineau, Québec
J8P 7E5

E D U Q 8370155 B

Cahier de l'élève

NOTIONS DE SOUDAGE AUTOGÈNE DES ACIERS DOUX À L'OXYACÉTYLÈNE

Secteur hydrothermie

PPMEP

PROGRAMME
DE **P**ERFECTIONNEMENT
DES **M**AÎTRES
EN **E**NSEIGNEMENT
PROFESSIONNEL

Université du Québec à Hull

C.P. 1250, succ. 'B', Hull, Québec
J8X 3X7

NOTIONS DE SOUDAGE AUTOGÈNE DES ACIERS DOUX À L'OXYACÉTYLÈNE

PRÉPARÉ PAR:

Alphonse Militello
Lorraine Zajc

Conception graphique:

Denis de Carufel

Hull, mai 1981

PRÉ-REQUIS AU MODULE "NOTIONS DE SOUDAGE AUTOGÈNE DES DES ACIERS DOUX À L'OXYACÉTYLÈNE"

OBJECTIF GÉNÉRAL

Rendre l'élève capable de monter et d'opérer un poste de soudage oxyacétylénique en respectant les règles de sécurité.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES:

1° Identifier les composantes d'un poste de soudage oxyacétylénique. 8
- .1- Identifer le cylindre d'oxygène 9
- .2- Identifier le cylindre d'acétylène 15
- .3- Identifier le manodétendeur d'oxygène 21
- .4- Identifier le manodétendeur d'acétylène 21
- .5- Identifier les boyaux 25
- .6- Identifier le chalumeau 27

2° Décrire le mode de fabrication des gaz employés en soudage oxyacétylénique. 32
- .1- Décrire le mode de fabrication de l'oxygène
- .2- Décrire le mode de fabrication de l'acétylène

3° Discriminer la fonction de chaque composante d'un poste à souder oxyacétylénique. 40
- .1- Décrire le rôle de l'oxygène
- .2- Décrire le rôle de l'acétylène
- .3- Décrire le rôle d'un manodétendeur
- .4- Décrire le rôle des boyaux
- .5- Décrire le rôle du chalumeau
- .6- Décrire le rôle des divers dispositifs de sécurité

4° Expliquer les règlements de sécurité en soudure. 45
- .1- Expliquer les règles de sécurité dans un atelier

.2- Expliquer les règles de sécurité dans le maniement de l'équipement de soudage

.3- Expliquer les règles de sécurité propre au soudage

5° Identifier les types de flammes. 52

.1- Identifier la flamme normale

.2- Identifier la flamme oxydante

.3- Identifier la flamme carburante

6° Mettre en marche un chalumeau en tenant compte des diverses étapes et des règles de sécurité. 56

7° Expliquer les conséquences et emplois des diverses flammes sur l'acier doux. 57

.1- Conséquences et emplois de la flamme normale

.2- Conséquences et emplois de la flamme oxydante

.3- Conséquences et emplois de la flamme carburante.

MODULE

Notions de soudage autogène des aciers doux à l'oxyacétylène.

OBJECTIF GÉNÉRAL:

Rendre l'élève capable de réaliser en toutes positions des soudures autogènes sur pièces d'acier doux.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES:

1. Discriminer la soudure autogène de la soudure hétérogène. 59
2. Identifier l'acier doux. 62
3. Contrôler le bain de fusion. 70
4. Identifier les divers joints de base employés en soudure. 82
5. Souder à plat les divers joints de base. 85
6. Identifier les défauts en soudure. 97
7. Souder les divers joints en position horizontale. 100
8. Souder les divers joints en position verticale. 104
9. Souder les divers joints en position plafond. 112
10. Valoriser le travail accompli par l'élève. 116

HISTORIQUE

L'HISTOIRE DE LA SOUDURE OXYACÉTYLÉNIQUE

Avant l'invention du soudage oxyacétylénique le seul moyen d'unir deux pièces de métal par la soudure était la forge.

Mais, si on remonte le cours de l'histoire humaine on peut se rendre compte que depuis que l'homme a réussi à assembler une pierre tranchante et un bout de bois à l'aide d'une corde, il a déclenché le processus qui a conduit aux procédés de soudage les plus modernes et les plus diversifiés.

Lavoisier en 1774 découvrit les propriétés de l'oxygène, et par là même, fournit des flammes à haute température.

Marcellin Berthelot mit au point la fabrication de l'acétylène en 1862, le prix de revient du mètre cube d'acétylène était cependant très élevé.

Plus tard Moissan par ses études sur le four électrique et la préparation du carbure de calcium devait faire tomber le prix de revient de l'acétylène dans un rapport de 1,000 à 1, ce qui permettait l'emploi industriel.

Le premier chalumeau du genre utilisant l'hydrogène semble bien avoir été celui de Robert Hare de Philadelphie en 1802.

En 1895, Henri Le Chatelier calcula la température de combustion d'un mélange à volumes égaux d'oxygène et d'acétylène, et cela lui donna l'idée de l'appliquer au soudage autogène du fer.

Un chalumeau à mélange uxterne fut construit. Ce fut un échec en raison de l'encrassement lié à la formation de carbone dur et compact par suite d'une mauvaise combustion.

C'est alors que Charles Picard résolut le problème en mélangeant préalablement les deux gaz.

Une difficulté apparut et faillit compromettre la nouvelle invention. Le chalumeau de Charles Picard était du type à haute pression et nécessitait par

conséquent de l'acétylène provenant de bouteille. Or après avoir essayé de transporter l'acétylène liquéfié dans des bouteilles, on dut renoncer bien vite à cette idée après quelques explosions.

Le problème d'emmagasinage de l'acétylène était posé. C'est alors que Hess et G. Claude eurent l'idée de dissoudre l'acétylène dans l'acétone.

Cependant, ceci ne suffisant pas à résoudre le problème, ce fut encore H. Le Chatelier qui apporta la solution en proposant de loger la solution dans un corps poreux qu'il réalisa lui-même. Le risque d'explosion était écarté et il devenait possible de transporter l'acétylène sans risque. La flamme oxyacétylénique partait à la conquête de l'industrie.

Edmond Fouché qui avait suivi de près les travaux de Charles Picard mit au point un chalumeau à basse pression.

Par ailleurs, la production de l'oxygène en quantité importante, grâce à la liquéfaction de l'air et sa distillation, suivant les travaux de Linde, en Allemagne, et de Georges Claude en France, accroissait encore, à partir de 1902 la diffusion de ce nouvel outil de travail.

En 1909, sont créés les "Cours techniques de formation".

En passant notons que l'American Welding Society n'existait pas encore, elle a été créée en 1919.

D'autres inventions furent mises au point pendant cette période de temps.

Exemples: L'arc électrique en 1881
L'électrode enrobée en 1910
L'oxycoupage en 1776.

Bibliographie: Revue, Soudage et techniques connexes, vol. 34 #56, mai-juin 1980, Paris.

EXERCICE

1. Lavoisier en _____ découvrit les propriétés de _____.

2. En 1862, _____ mit au point la fabrication de _____.

3. Charles Picard résolut le problème en _____ _____ les deux gaz.

4. Qui a fabriqué le premier chalumeau?

_____
_____
_____
_____
_____

5. Quels ont été les résultats des travaux de Henri Le Chatelier en 1895?

_____
_____
_____
_____
_____

6. Comment a été résolu le problème de l'emmagasinage de l'acétylène?

_____
_____
_____
_____
_____

PRÉ-REQUIS

1° IDENTIFIER LES COMPOSANTES D'UN POSTE DE SOUDAGE OXYACÉTYLÉNIQUE.

1.1

IDENTIFIER LE CYLINDRE D'OXYGENE

1.1 IDENTIFIER LE CYLINDRE D'OXYGÈNE

Le cylindre d'oxygène se compose:

1. du cylindre lui-même
2. d'une valve
3. d'un dispositif de sécurité
4. d'un chapeau protecteur.

1. Le cylindre est fabriqué en acier et on l'appelle souvent "bouteille". La taille de ce cylindre ou cette bouteille peut varier selon les besoins des clients. Il est de forme cylindrique et il est conçu pour résister à de fortes pressions.

2. La valve du cylindre d'oxygène est fabriquée en laiton et se visse sur le dessus du cylindre ou bouteille.
Cette valve forme un raccord sur un côté afin d'y adapter le manodétendeur d'oxygène.
Le filetage du raccord de la valve est à droite
La valve comprend aussi un volant qui permet d'ouvrir ou de fermer le passage de l'oxygène dans le raccord.
En opération de soudage, cette valve doit être ouverte complètement afin d'assurer un libre passage à l'oxygène et de prévenir les fuites grâce à son dispositif d'étanchéité.

3. Le dispositif de sécurité sur le cylindre d'oxygène se trouve placé à l'opposé du raccord sur la valve.
Le dispositif de sécurité comporte un écrou hexagonal percé de petits trous. A l'intérieur de l'écrou se trouve un disque fait d'alliage qui a un point de fusion d'environ 120°C (250°F) et fond ou éclate sous une forte pression. Ce dispositif permet au gaz de s'échapper en cas de surchauffage du cylindre.
Sans ce dispositif de sécurité, le cylindre risque d'exploser ou d'éclater en cas de surchauffe et risque aussi de blesser dangereusement les gens travaillant à proximité.

4. Le chapeau protecteur.

Tout comme son nom l'indique, le chapeau protecteur a le rôle de protéger la valve du cylindre contre les coups ou les chutes accidentelles du cylindre et de prévenir un accident grave. Ce chapeau protecteur est vissé sur le cylindre. Il ne doit pas servir de moyen ou de prise pour lever le cylindre car ses filets sont construits pour les coups de côté, non pour une traction verticale.

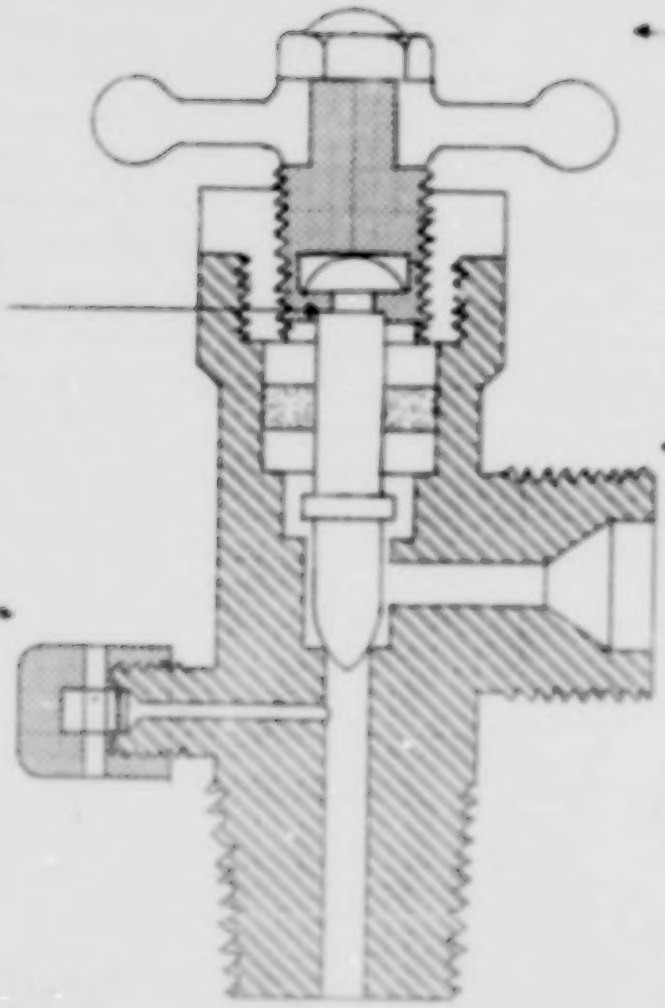
Sur les acétates, le cylindre d'oxygène est représenté en bleu. Mais en réalité, la couleur de celui-ci dépend des compagnies qui le fabrique. On peut voir des cylindres d'oxygène en rouge ou en noir.

EXERCICE: CYLINDRE D'OXYGÈNE

1. Écrire le nom des parties du cylindre d'oxygène.

2. Colorer le cylindre

EXERCICE: LA VALVE D'OXYGÈNE



A partir de l'illustration de la valve d'oxygène, décrire le fonctionnement de la **valve du cylindre d'oxygène.**

1.2

IDENTIFIER LE CYLINDRE D'ACÉTYLÈNE

1.2 IDENTIFIER LE CYLINDRE D'ACÉTYLENE

Le cylindre d'acétylène:

1° est un cylindre plus petit que celui de l'oxygène

2° est composé d'une valve

3° est composé d'un dispositif de sécurité

4° est composé d'un chapeau protecteur.

1. Comme le cylindre d'oxygène, le cylindre d'acétylène est fabriqué en acier mais les parois sont plus minces.
   Le cylindre d'acétylène est rempli de matières poreuses:
   -charbon de bois, ciment, bois de balsa, amiante, terre d'infusoires.

2. La valve du cylindre d'acétylène est fabriquée en laiton et se visse sur le dessus du cylindre. Cette valve forme un raccord sur un côté pour adapter le manodétendeur d'acétylène, mais le filetage du raccord de la valve visse vers la gauche.
   Cette valve comprend elle aussi un volant pour contrôler le passage de l'acétylène.
   Pendant le soudage, cette valve ne doit pas être ouverte de plus d'un tour afin d'éviter l'évaporation et l'écoulement de l'acétone dans le manodétendeur, les boyaux, le chalumeau et la soudure.

3. Le dispositif de sécurité du cylindre d'acétylène se compose de cinq écrous ou fusibles dont trois se trouvent dans le fond du cylindre. Les deux autres fusibles sont placés de chaque côté de la valve, sur le cylindre.
   Les fusibles sont remplis d'alliages qui entrent en fusion à 120°C (250°F) comme ceux du cylindre d'oxygène.
   Si une chaleur trop intense entoure le cylindre, l'alliage fond, et le gaz est libéré, ce qui prévient une dilation trop grande de l'acétylène dans le cylindre, ainsi qu'une explosion.

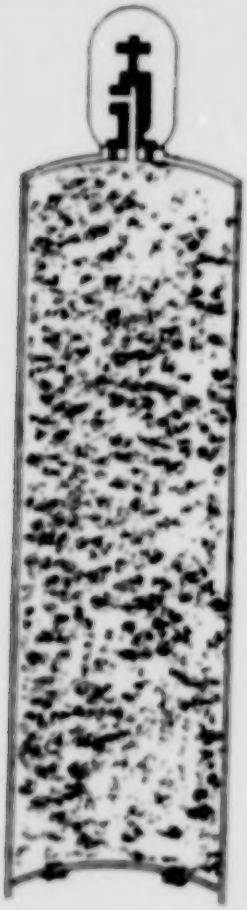
4. Le chapeau protecteur.

Tout comme son nom l'indique, le chapeau protecteur a le rôle de protéger la valve du cylindre contre les coups ou les chutes accidentelles du cylindre et de prévenir un accident grave. Ce chapeau protecteur est vissé sur le cylindre. Il ne doit pas servir de moyen ou de prise pour lever le cylindre car ses filets sont construits pour les coups de côté, non pour une traction verticale.

Le cylindre d'acétylène est représenté en rouge sur les acétates. Mais, comme pour le cylindre d'oxygène, la couleur dépend de la compagnie qui le fabrique. On retrouve le cylindre en brun marron ou en noir.

EXERCICE: ACÉTYLÈNE

1. Écrire le nom des parties du cylindre d'acétylène.



2. Colorer le cylindre.

3. Identifier la composition des matières poreuses.

_____

_____

_____

_____

4. Donner les raisons pour lesquelles la valve du cylindre d'acétylène ne doit être ouverte que d'un tour.

EXERCICE

CYLINDRE D'OXYGÈNE	CYLINDRE D'ACÉTYLÈNE

1. **Établir la liste des caractéristiques propres à chacun des cylindres et les mettre en parallèle si possible: exemple: couleur, forme, etc.**

1.3

IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'OXYGÈNE

1.4

IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'ACÉTYLÈNE

1.3 IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'OXYGÈNE

Le manodétendeur comme son nom l'indique se compose de deux parties bien distinctes.

1. les manomètres
2. le détendeur.

1. -Le manomètre souvent nommé "cadran" comprend un manomètre (ou cadran) de haute pression gradué de 0 à 27576 kPa.
   -Un manomètre de basse pression gradué de 0 à 1379 kPa.

2. -D'une vis de réglage en forme de "T". Cette vis est filetée sur la tige centrale et visse dans le corps du manodétendeur.
   -Sur le corps du manodétendeur on retrouve:
   .un adapteur pour fixer le manodétendeur au cylindre
   .un autre adapteur sous le manodétendeur pour fixer le boyau d'oxygène.
   Les deux adapteurs ainsi que la majeure partie du manodétendeur sont en laiton. Les deux adapteurs vissent vers la droite et les écrous sont unis (sans encochure).

Le corps du manodétendeur est souvent peint de couleur bleue pour l'oxygène et rouge pour l'acétylène.

1.4 IDENTIFIER LE MANODÉTENDEUR D'ACÉTYLÈNE

Le manodétendeur d'acétylène a les mêmes composantes que celui d'oxygène sauf qu'il est gradué de 0 à 2758 kPa pour le manomètre de haute pression, de 0 à 207 kPa pour celui de basse pression et d'une vis de réglage en "T" filetée. Les adapteurs permettent de fixer le manodétendeur au cylindre d'acétylène et au boyau, mais les écrous visent à gauche et sont encochés.

EXERCICE

Tableau de comparaison

MANODÉTENDEUR D'OXYGÈNE	MANODÉTENDEUR D'ACÉTYLÈNE

Faites la liste des caractéristiques des deux manodétendeurs: oxygène et acétylène en les comparant là où c'est possible - exemple: couleur.

1.5

IDENTIFIER LES BOYAUX

1.5 IDENTIFIER LES BOYAUX

Les boyaux sont fabriqués en caoutchouc renforcé pour résister aux pressions des gaz, en plus d'avoir à l'extrémité, des écrous pour chaque manodétendeur:

-à droite pour l'oxygène, écrou uni,

-à gauche pour l'acétylène, écrou encoché.

Les compagnies, pour éviter toute confusion, ont donné une couleur spécifique à chaque boyau:

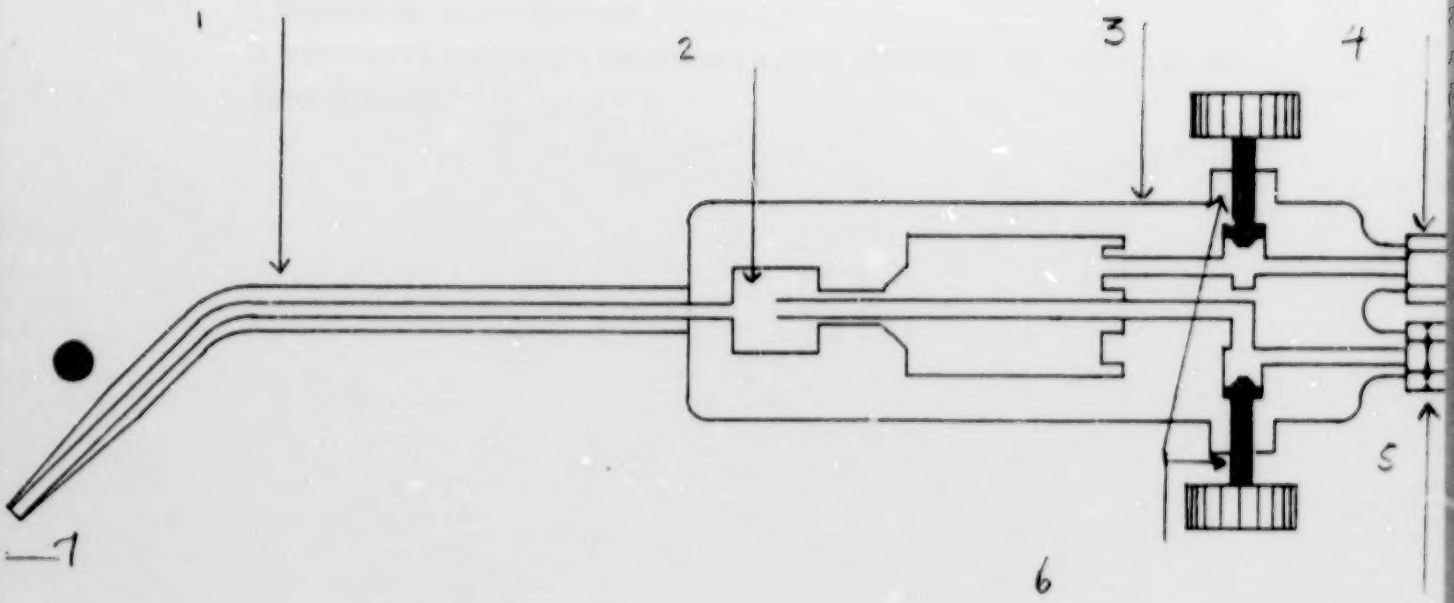
vert ou bleu pour l'oxygène

rouge pour l'acétylène.

1.6

IDENTIFIER LE CHALUMEAU

EXERCICE: LE CHALUMEAU



1. Écrire le nom des parties.

2. Colorer le parcours de l'oxygène et de l'acétylène jusqu'à la sortie de la buse.

3. Dessiner la flamme.

IDENTIFIER LE CHALUMEAU

Le chalumeau se compose de:

-deux entrées: une pour l'oxygène, une pour l'acétylène

-deux robinets à pointeau qui règlent le débit des gaz (oxygène et acétylène)

-un manche sur lequel les entrées et les robinets sont branchés

-une chambre de mélange

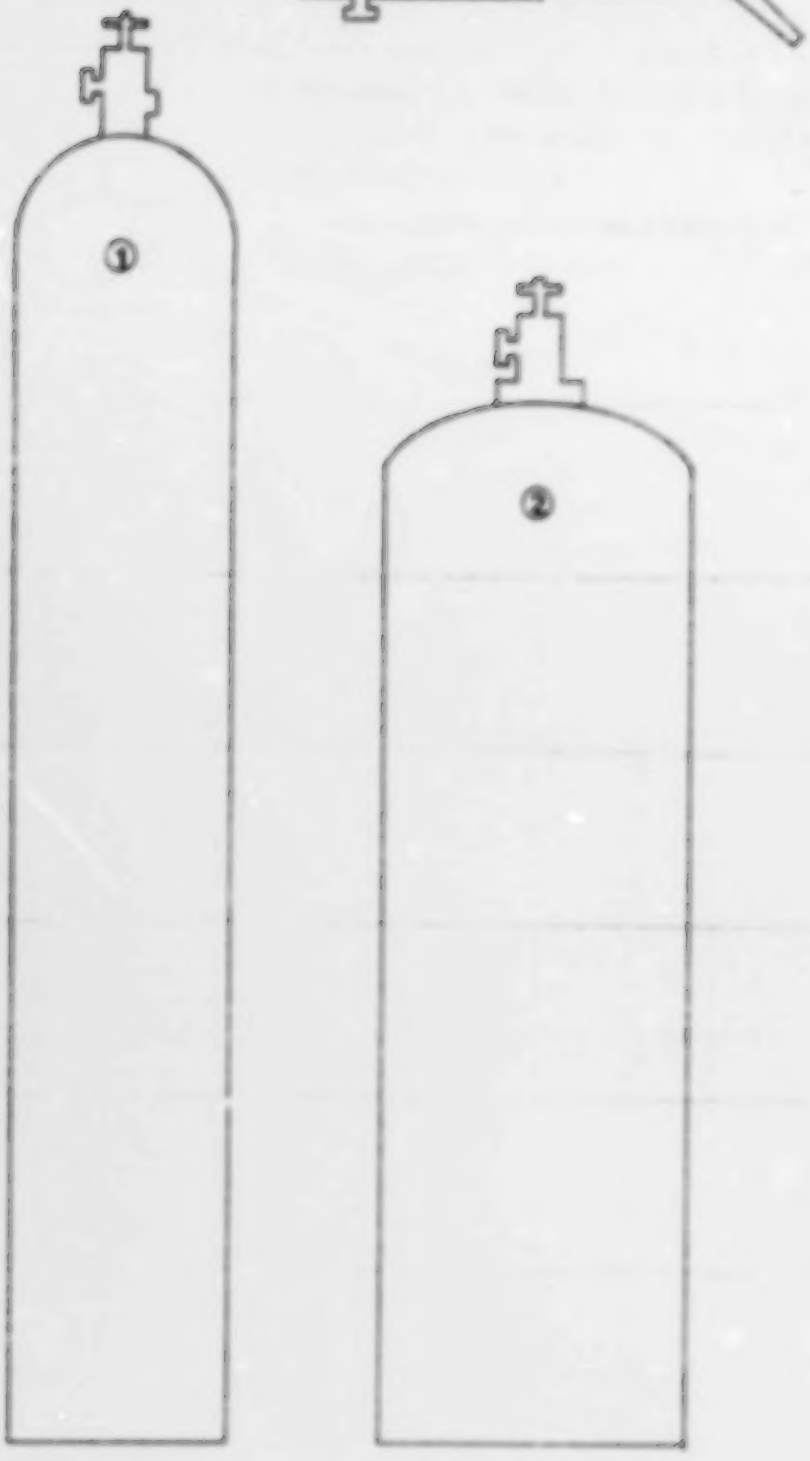
-une buse en cuivre rouge (les buses sont fabriquées en plusieurs dimensions et en plusieurs diamètres)

Les chalumeaux sont fabriqués en laiton.

Il existe sur le marché des chalumeaux à basse pression et des chalumeaux à haute pression.

SYNTHÈSE

OBJECTIF 1. IDENTIFIER LES COMPOSANTES D'UN POSTE DE SOUDAGE OXYACÉTYLÉNIQUE


30
400
100
4000
1
2
3
4
5

PRÉ-REQUIS

2° DÉCRIRE LE MODE DE FABRICATION DES GAZ EMPLOYÉS EN SOUDAGE OXYACÉTYLÉNIQUE

A) FABRICATION DE L'OXYGENE

B) FABRICATION DE L'ACÉTYLENE.

a) <u>l'oxygène (O)</u>

Ce gaz a été découvert par Scheele, un chimiste suédois. L'oxygène a les propriétés d'être un gaz inodore, incolore et ininflammable.

L'oxygène se retrouve dans l'air (20%) et dans l'eau (89%). La bande dessinée qui suit explique la composition de l'air.

Lorsque nous respirons, notre système sanguin transporte cet oxygène à nos parties vitales.

En soudure, nous avons également besoin de l'oxygène de l'air mais en plus grande quantité. Il existe deux méthodes de production d'oxygène en quantité importante. La première, par électrolyse de l'eau (cf. fig. 2.2) est une méthode beaucoup plus coûteuse.

La seconde méthode, soit la liquéfaction de l'air, est couramment employée dans l'industrie et permet l'extraction de l'oxygène en grande quantité mais à un coût moindre (cf. fig. 2.3).

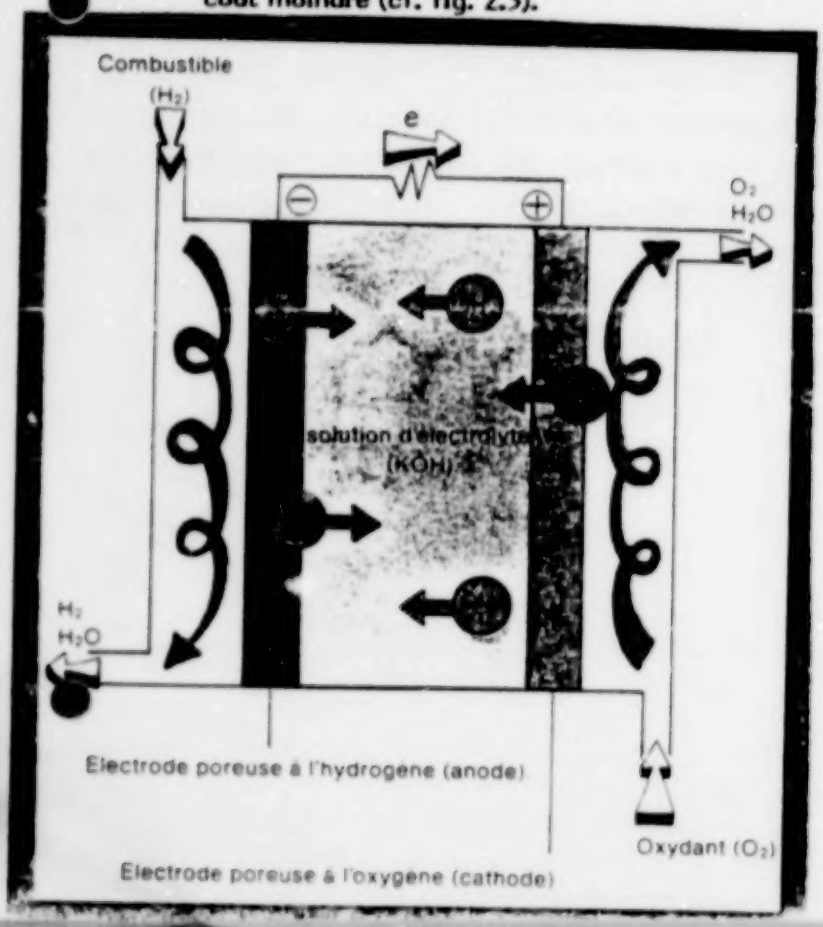


fig. 2.2
in Encyclopédie des sciences
Chimie, Paris, Atlas, 1976.

COMPOSITION DE L'AIR

fig. 2.1

LA FABRICATION DE L'OXYGÈNE

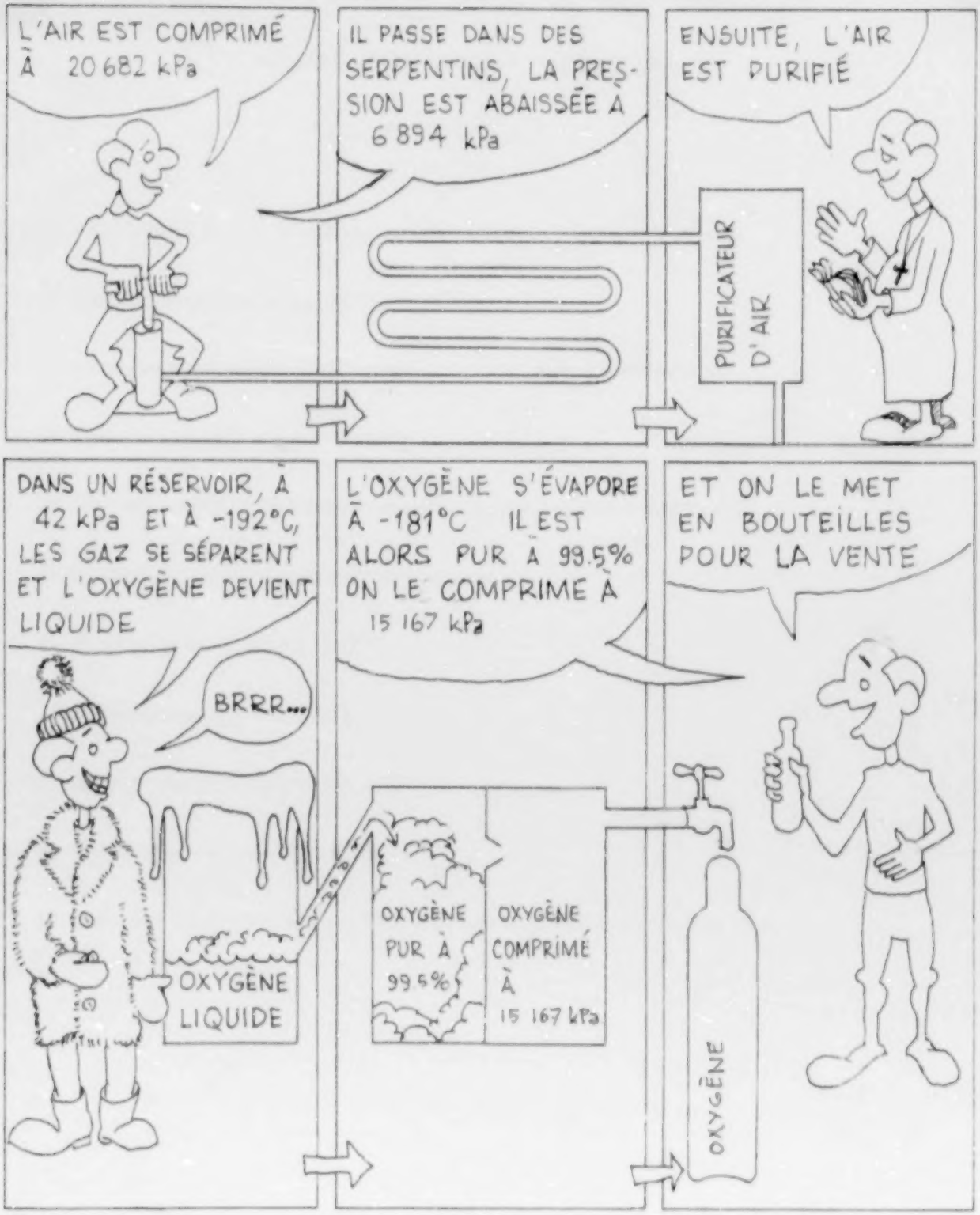


fig. 2.3

RÉSUMÉ - SYNTHÈSE DE L'OPÉRATION

LIQUÉFACTION DE L'AIR

La liquéfaction de l'air sert à extraire l'oxygène.

1° l'air est comprimé à 20,682 kPa

2° passe dans des serpentins, la pression est abaissée à 6,894 kPa

3° l'air est soumis à une purification

4° l'air est purifié et libéré dans un réservoir à basse pression (42 kPa)

5. la chute de pression rend l'oxygène liquide

6. l'opération se déroule à -192°C

7. l'oxygène s'évapore à -181°C

8. les autres gaz s'évaporent à -191°C

9. l'oxygène est alors pur à 99.5%

10. l'oxygène est comprimé à 5 167 kPa et mis en bouteilles commerciales.

b) l'acétylène

L'acétylène est un gaz combustible, incolore mais qui dégage une forte odeur d'ail.

Sa formule chimique est C_2H_2. On obtient l'acétylène par la combinaison de l'eau et du calcium.

"En 1892, Thomas L. Willson, un inventeur canadien, ayant raté une expérience dans laquelle il faisait chauffer dans un four électrique du calcaire et du coke, jeta dans un ruisseau derrière son atelier les déchets qu'il lui restait. Un gaz se dégagea de l'eau, c'était de l'acétylène. Il venait de découvrir par hasard un procédé peu coûteux de préparation de l'acétylène."*

Avant l'avènement des cylindres que nous connaissons aujourd'hui, l'acétylène était produite directement sur place par le soudeur, à l'aide d'un petit générateur d'acétylène et le taux d'accidents était malheureusement élevé à cause de la manipulation du générateur et du calcium.

Aujourd'hui, nous avons les cylindres d'acétylène qui sont fabriqués commercialement et livrés selon nos besoins. Pour fabriquer l'acétylène

"la chaux et le coke chauffés ensemble dans un four électrique fusionnent pour former une nouvelle substance: le carbure de calcium. Quand on met en contact du carbure de calcium et de l'eau on obtient un dégagement de gaz acétylène. Pour préparer l'acétylène on peut donc soit ajouter du carbure de calcium à de l'eau (fig. 2.4), soit verser de l'eau sur du carbure de calcium ce qui est le cas de l'appareil de la figure 2.5. Les appareils qui servent à préparer l'acétylène par l'une de ces méthodes sont des générateurs d'acétylène".

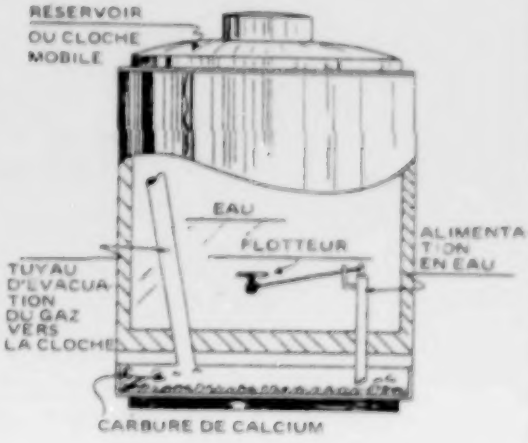


fig.2.5*

*Pender, Le soudage, McGraw-Hill.

FABRICATION DE L'ACÉTYLÈNE

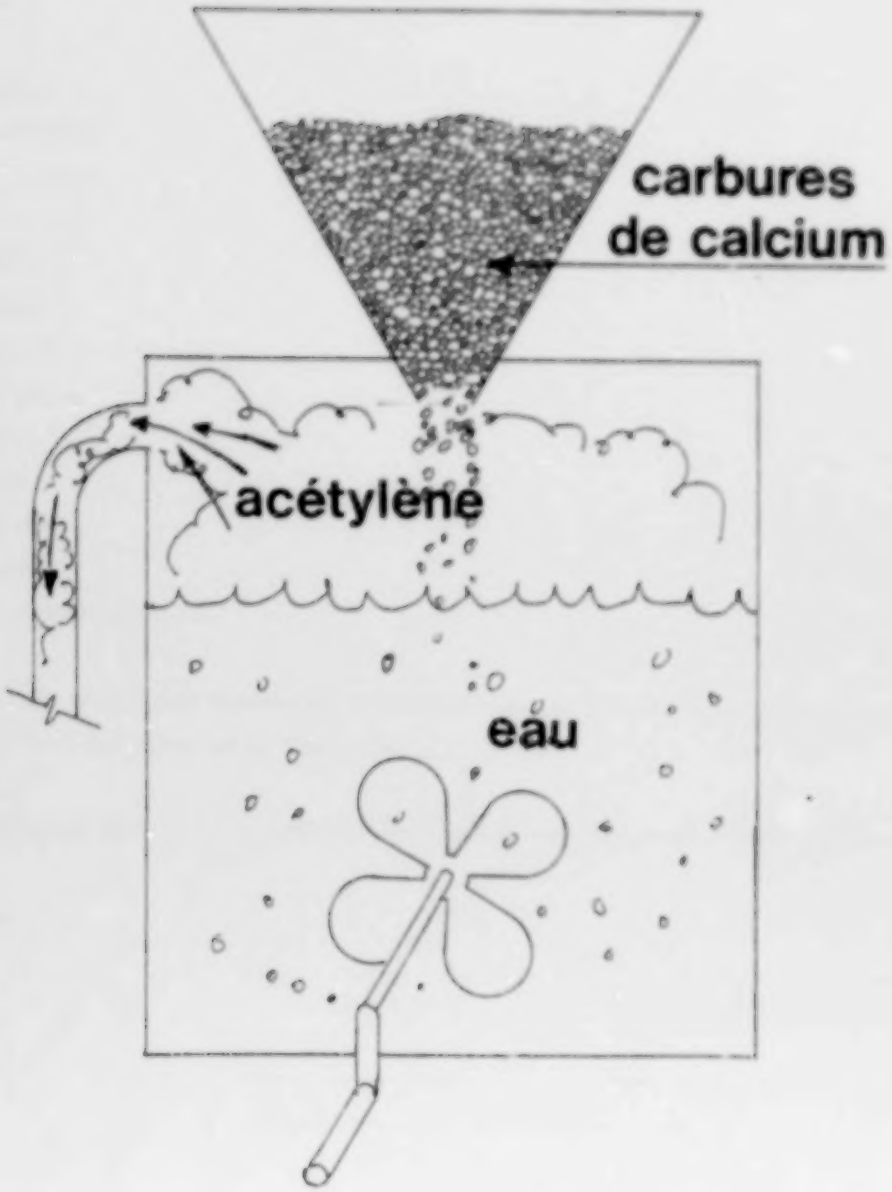


fig. 2.4

EXERCICE

	OXYGÈNE	ACÉTYLÈNE
1. chaux		
2. air		
3. calcium		
4. liquéfaction		
5. chalumeau		
6. électrolyse		
7. Willson		
8. Scheele		
9. basses températures		
10. explosions		
11. coke		
12. odeur		
13. cylindre		
14. pression		
15. four électrique		

A partir de la liste de termes jointe, classifier ces termes selon leur rôle ou leur relation avec l'oxygène et/ou l'acétylène.

Un terme peut être soit commun aux deux gaz ou soit appartenir à l'un des deux.

exemple:

	OXYGÈNE	ACÉTYLÈNE
eau	eau - élément de composition	eau - élément de fabrication

PRÉ-REQUIS

3° DISCRIMINER LA FONCTION DE CHAQUE COMPOSANTE D'UN POSTE A SOUDER OXYACÉTYLÉNIQUE

A) ROLE DE L'OXYGENE

B) ROLE DE L'ACÉTYLENE

C) ROLE DU MANODÉTENDEUR

D) ROLE DES BOYAUX

E) ROLE DU CHALUMEAU

F) ROLE DES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ

3. Discriminer la fonction de chaque composante d'un poste à souder oxyacétylénique.

a) Rôle de l'oxygène

L'oxygène qui se retrouve dans l'air que nous respirons est un gaz incolore et inodore mais surtout un gaz ininflammable, c'est à dire que l'oxygène ne brûle pas, mais aide la combustion. D'ailleurs sans oxygène il n'y a pas de possibilité de feu ou de flamme, ni de vie sur terre. Dans le cylindre nous retrouvons l'oxygène sous pression. Ce jet de pression d'oxygène active la flamme produite par l'acétylène.

b) Rôle de l'acétylène

L'acétylène est un gaz combustible, contrairement à l'oxygène qui ne brûle pas. L'acétylène brûle et permet d'allumer le chalumeau et maintenir la flamme. L'acétylène est le seul gaz à produire une flamme à haut pouvoir calorifique et légèrement réductrice. Combiné avec l'oxygène, cette flamme atteint 3282°C

c) Décrire le rôle du manodétendeur

Le manodétenteur a pour rôle de réduire la pression à la source, et de maintenir un débit constant quelle que soit la pression à la source.

a) Le manomètre à haute pression indique la pression du cylindre à température normale (21°C)
b) Le manomètre à basse pression sert à contrôler la pression de travail.
c) La vis de réglage agit sur le diaphragme flexible à l'intérieur et va permettre d'augmenter ou diminuer le débit du gaz selon la soudure à exécuter.

d) Rôle des boyaux

Le rôle des boyaux est de relier les manodétendeurs avec le chalumeau et d'acheminer les gaz au chalumeau.

Les boyaux sont:

Rouges pour l'acétylène et vissent à gauche avec écrous encochés

Verts ou bleus pour l'oxygène et vissent à droite avec écrous unis.

La longueur et le diamètre varient selon que l'on chauffe, coupe, soude.

e) Rôle du chalumeau

Nous savons que le chalumeau a deux entrées qui servent à rattacher les boyaux au chalumeau. Deux robinets règlent l'arrivée des gaz dans la chambre de mélange qui se trouve dans le manche du chalumeau (poignée). Une fois les gaz mélangés dans la chambre à mélange les gaz passent dans la buse.

La flamme obtenue par le mélange des gaz variera selon le diamètre de la buse (cf. tableau 3.1).

Le chalumeau soudeur est un outil relativement léger et grâce à la forme de sa poignée, on peut le manipuler facilement, en toute position.

f) Le rôle des dispositifs de sécurité sur un poste à souder

Le rôle des dispositifs est d'éviter l'explosion du cylindre et d'éviter une blessure grave.

En cas d'élévation de la pression à l'intérieur du cylindre d'oxygène ou d'acétylène dû à un surchauffage du cylindre, l'écrou ou fusible saute et laisse s'écouler le gaz.

N'oublions pas que ces gaz comme tous les autres fluides gazeux sont soumis aux lois de la physique: ainsi tout gaz chauffé augmente de volume et tout gaz refroidi se contracte.

Il existe sur le marché des valves de sécurité qui s'installent entre le chalumeau et le boyau, ou entre le manodétendeur et le boyau. Ces valves ont pour rôle d'empêcher le gaz de retourner dans le manodétendeur.

TABLEAU DE PRESSIONS POUR SOUDER L'ACIER DOUX

Chalumeau Victor (référence Victor Welding Division)

épaisseur du métal		N° de la buse	Pression oxy. LBS po^2				Pression acéty. LBS po^2			
			minimum		maximum		minimum		maximum	
ANG	SI		ANG	SI	ANG	SI	ANG	SI	ANG	SI
1/16 (et moins)	1,6mm	0	1	6,75kPa	3	20kPa	1	6,75kPa	3	20kPa
1/16	1,6mm	1	2	13,4	4	27	2	13,5	4	27
1/8	3,2mm	2	3	20	5	34	2	13,5	5	34,
3/16	4,8mm	3	4	27	7	47	3	28	6	40
1/4	6,4mm	4	5	34	10	68	4	27	7	47
1/4 à 1/2	6,4mm à 12,8mm	5 à 6	6	40	12	80	5	34	8	54

fig. 3.1

1. Le tableau ci-dessus est une adaptation d'une figure produite par Victor Welding Division. L'ajout qui a été fait au tableau original est simplement la correspondance en S.I.

2. La raison pour laquelle on retrouve les mesures anglaises et du système international sur un même tableau est que les manodétendeurs ne sont pas encore tous gradués en S.I.

3. Les pressions sont approximatives pour une longueur de 8 mètres. Pour chaque 8 mètres supplémentaire augmenter d'environ 27kPa.

4. Une flamme neutre ou normale est composée de 1.1 fois plus élevée d'oxygène que d'acétylène.

5. L'acétylène ne doit pas dépasser 103kPa (15 lb po^2).

6. 101kPa = 14,7 lbs po^2 soit une atmosphère.

La formule de conversion des mesures anglaises au S.I. est la suivante:

$$kPa = \frac{Lbpo^2 \times 6894}{1000}$$

4° EXPLIQUER LES REGLEMENTS DE LA SÉCURITÉ EN SOUDURE:

A) REGLES DE SÉCURITÉ DANS UN ATELIER

B) REGLES DE SÉCURITÉ DANS LE MANIEMENT DE L'ÉQUIPEMENT DE SOUDAGE

C) REGLES DE SÉCURITÉ PROPRE AU SOUDEUR.

fig. 4.2
in General Metals, John L. Feirer
McGraw Hill, Toronto, 1965

RÈGLES DE SÉCURITÉ

1. Ne pas employer d'huile à proximité d'un appareil à souder, l'huile en contact avec l'oxygène sous pression constitue un violent explosif.
2. Éviter de rouler un cylindre rempli d'acétylène ou de s'en servir lorsqu'il est dans une position horizontale.
3. Ne pas essayer de découvrir une fuite d'acétylène avec une flamme, mais plutôt se servir d'une solution d'eau savonneuse.
4. Ne pas adapter un boyau d'acétylène sur un appareil d'oxygène et vice versa.
5. Ne pas faire fondre la glace sur un cylindre d'acétylène avec une flamme, mais plutôt se servir d'eau chaude.
6. Toujours purger un cylindre avant d'y fixer un manodétendeur.
7. Bien desserrer la vis de réglage du manodétendeur avant d'ouvrir la valve du cylindre.
8. Ne pas ouvrir la valve du cylindre d'acétylène plus d'un tour et demi, car l'acétone pourrait s'échapper.
9. Ne jamais essayer de transvaser les gaz d'un cylindre à l'autre.
10. Ne pas réparer un boyau avec du ruban goudronné seulement, mais y insérer une douille de cuivre.
11. Ne jamais employer l'oxygène comme substitut pour l'air comprimé ou autre source de pression, et spécialement pour nettoyer les vêtements, car l'oxygène activerait une étincelle qui aurait pu se loger sur le vêtement et provoquerait une flamme instantanément.
12. Ne pas laisser ouverte la valve d'acétylène du chalumeau, pour la refroidir, mais ouvrir la valve d'oxygène et plonger un instant le chalumeau dans l'eau propre.
13. Ne pas employer l'acétylène à plus de 15 livres de pression au pouce carré.
14. S'assurer que les boyaux et les manodétendeurs ne fuient pas avant de commencer à souder.
15. Éviter d'échapper des outils tranchants ou autres pièces de métal ou de laisser passer des camionnettes sur les boyaux.
16. S'assurer que les dimensions du bec de la buse correspondent aux pressions employées.
17. Ne pas exécuter le travail trop près des cylindres.
18. Toujours allumer le chalumeau avec un allumeur (lighter) spécial.
19. Éloigner tout matériel très inflammable de l'endroit où l'opérateur doit travailler.
20. Éviter de frapper l'extrémité des buses ou de les nettoyer avec une broche trop dure, afin de n'en pas déformer l'ouverture.

21. La clef du cylindre d'acétylène doit toujours demeurer sur la valve du cylindre; ainsi, en cas d'urgence, on n'a pas à chercher une clef pour fermer le cylindre.
22. Bien fermer les valves des cylindres vides pour prévenir l'entrée d'humidité dans les cylindres d'oxygène et l'évaporation de l'acétone des cylindres d'acétylène.
23. Toujours porter des lunettes pour souder et couper.

On pourrait énumérer ici une foule d'autres précautions, spécialement au sujet des générateurs d'acétylène, ceux qui utilisent ces derniers doivent suivre à la lettre les indications du manufacturier.

Les lunettes du soudeur doivent avoir des verres teintés vert, bleu, cobalt ou brun. Ces verres portent des numéros qui indiquent l'intensité de la teinte: 4-5-6-7-8-9-10. On recommande les verres bleu cobalt ou une teinte spéciale de vert pour le soudage sur aluminium. Avec ces verres, on peut plus facilement distinguer le suintage qui se produit à la surface du métal au moment de la fusion. Un verre approuvé de teinte verte No 6 est l'idéal pour le soudage ordinaire, tandis que l'on emploie presque exclusivement les verres de teinte 10 et 12 pour le soudage électrique. P.39.

Lanouette, Yves, Grattan Yvon, Le soudage oxyacétylénique, 1977, Gouvernement du Québec, Ministère de l'éducation, 315 p.

EXERCICE D'OBSERVATION

Encerclez les erreurs:

EXERCICE SYNTHÈSE

Faisant suite à toutes les informations reçues concernant les règles de sécurité, il est maintenant temps de mettre vos connaissances à l'épreuve.

Faites le tour de l'atelier et notez tout ce qui vous semble aller à l'encontre des règles de sécurité.

Faites un rapport de vos observations.

PRÉ-REQUIS

5º IDENTIFIER LES TYPES DE FLAMMES

4. IDENTIFICATION DES FLAMMES

En soudage oxyacétylénique on retrouve trois types de flammes (ou d'ajustements de flamme):

a) la flamme normale ou neutre est le résultat d'un mélange bien équilibré; la quantité d'oxygène est égale à celle de l'acétylène.

On distingue dans cette flamme dite normale deux zones: le dard partie immédiate au bout de la buse et le panache qui enveloppe le dard. Le dard est de couleur bleue, sa longueur est normale et le bout est arrondi. Le panache est de couleur bleue verdâtre clair.

b) La flamme oxydante ou flamme avec excès d'oxygène, est le résultat d'un mélange composé d'un apport plus grand d'oxygène. Cette flamme se compose de deux zones: le dard est plus court et pointu que celui d'une flamme normale et de couleur presque blanche, le panache est presque incolore. La flamme oxydante est bruyante. Cette caractéristique permet de l'identifier plus facilement en cas de doute.

c) La flamme carburante ou flamme avec excès d'acétylène est le résultat d'un mélange composé d'un apport plus fort en acétylène. Et ceci on s'en rappelle, contrairement à la flamme normale, qui est un mélange à parties égales. La flamme oxydante pour sa part résulte d'une part plus grande d'oxygène.
La flamme carburante est la plus facile à identifier avec ses trois zones. Le dard est de couleur bleue et long, un halo blanc enveloppe le dard et un panache verdâtre qui englobe le tout. Au point de vue chaleur la flamme carburante est la moins chaude des trois, environ 3,117°C. La flamme oxydante produit environ 3,282°C. La flamme normale produit environ 3,227°C.

EXERCICE

1. Identifiez les types de flammes, les zones correspondant à chacune et les degrés de chaleur produite par chacune.

2. Colorez les flammes en utilisant les couleurs appropriées pour chacune des zones.

Utilisez les schémas de flammes de la page suivante pour compléter l'exercice.

TYPES DE FLAMMES

A)

B)

C)

PRÉ-REQUIS

6. MISE EN MARCHE D'UN CHALUMEAU EN TENANT COMPTE DES DIVERSES ÉTAPES ET DES REGLES DE SÉCURITÉ.

PRÉ-REQUIS

7. EXPLIQUER LES EFFETS ET EMPLOIS DES DIVERSES FLAMMES SUR L'ACIER DOUX.

Les effets et emplois des diverses flammes sur l'acier doux.

a) la flamme normale

Cette flamme est le résultat d'un mélange oxygène-acétylène. La combustion est d'environ 1 vol. d'acétylène pour 1 vol. à un 1.2 vol. d'oxygène.

Son effet sur l'acier doux produit un bain de fusion clair et transparent. Comme conséquence, on obtient une soudure qui répond aux critères de qualité: ductilité, solidité. Cette flamme est surtout employée pour le soudage des aciers doux.

b) la flamme oxydante

Faite d'un excès d'oxygène, cette flamme a pour effet de provoquer sur l'acier doux, une fusion qui semble bouillir et émettre des étincelles.

Une soudure faite avec cette flamme produit sur l'acier doux des soudures fragiles. La flamme oxydante est surtout employée pour souder les métaux cuivreux.

c) la flamme carburante

Cette flamme avec excès d'acétylène a pour effet de carboniser le métal en fusion. Elle produit une soudure poreuse, peu ductile. Elle est surtout employée pour souder les aciers à haute teneur de carbone, ou sur les alliages de chrome, molybdène, nickel.

1. DÉCRIRE LA SOUDURE AUTOGÈNE DE LA SOUDURE HÉTÉROGÈNE.

Discriminer la soudure autogène et de la soudure hétérogène

La soudure autogène

La soudure autogène est un procédé qui consiste à assembler deux (2) pièces de métal de même nature en provoquant en même temps la fusion des bords des pièces et du métal d'apport de même nature.

Dans cette méthode d'assemblage, la fusion des bords des pièces doit être complète afin d'assurer une liaison solide et homogène du joint soudé.

Points à retenir

Les pièces et le métal d'apport doivent être de même nature.

La soudure autogène est une fusion des bords des pièces.

Le métal d'apport n'est pas indispensable dans certains cas.

La soudure hétérogène

La soudure hétérogène est un procédé qui consiste à assembler deux pièces de métal qui peuvent être de même nature ou de nature différente. Dans ce procédé, seul le métal d'apport fait le lien entre les pièces. Il n'y a pas de fusion des pièces, donc le métal d'apport devient indispensable et l'accrochage se fait par action capillaire.

Points à retenir

Les pièces n'entrent pas en fusion, seul le métal d'apport entre en fusion.

L'accrochage se fait par action capillaire et le métal d'apport est indispensable.

Le métal d'apport doit avoir un point de fusion inférieur à celui des pièces de base.

L'assemblage par soudage hétérogène permet d'unir divers métaux différents.

EXERCICE 1.4

COMPARAISON ENTRE LA SOUDURE AUTOGÈNE
ET LA SOUDURE HÉTÉROGÈNE

AUTOGÈNE	HÉTÉROGÈNE

Exercice 1.5

AVANTAGES DU SOUDAGE

AUTOGÈNE	HÉTÉROGÈNE

2. IDENTIFIER L'ACIER DOUX

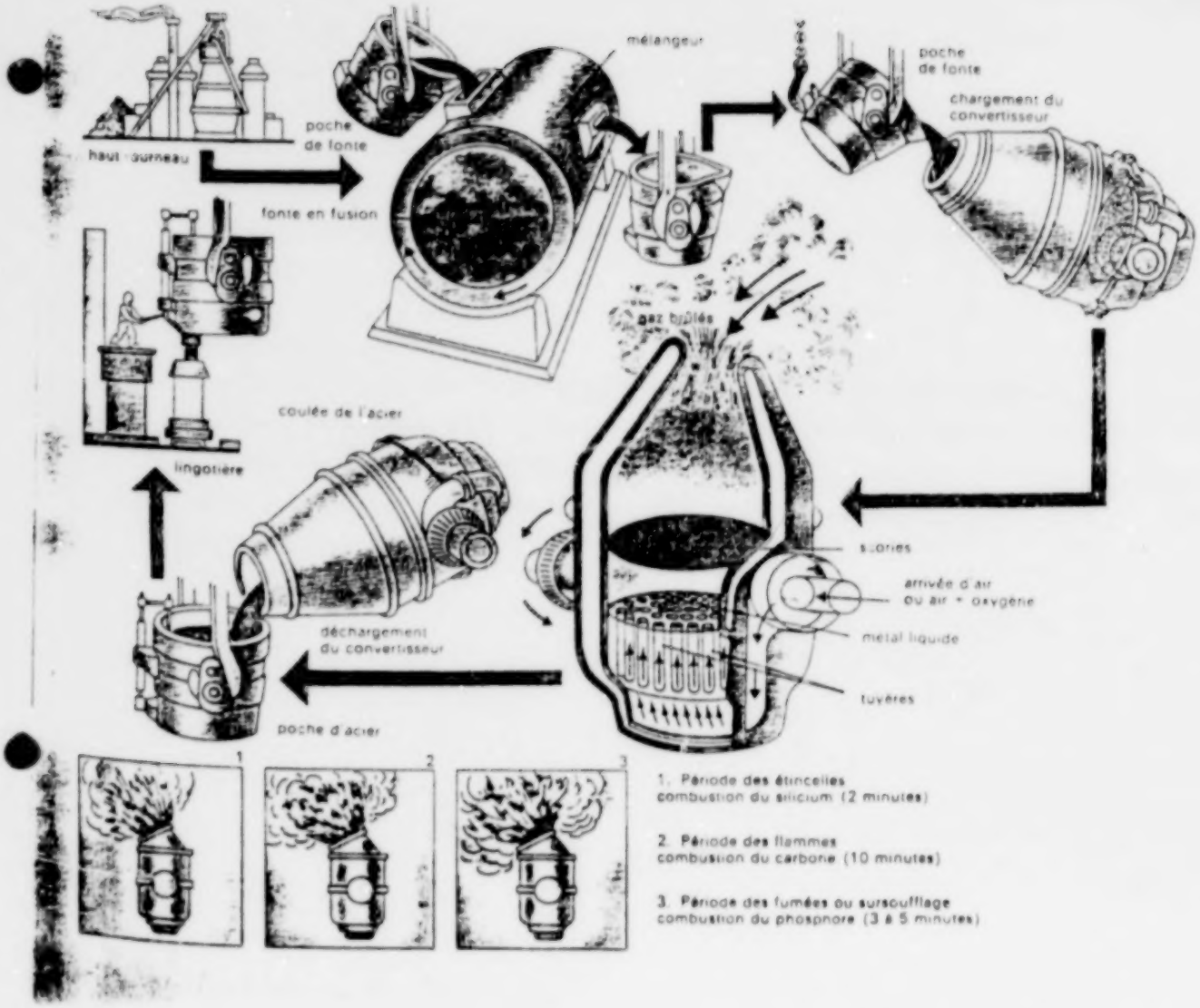


fig. 2.2

Comment ça marche, #1, Ed. Atlas.

B) La composition

L'acier doux est un alliage binaire c'est-à-dire formé de deux parties principales:

Le fer Fe et le carbone, C.

Son point de fusion est de 1,400°C

Sa couleur est grise.

Dans le tableau (fig. 2.3) on peut comparer son point de fusion aux autres métaux.

C) Son emploi en soudure

L'acier doux, à sa sortie de la fonderie sous forme de lingots sert à fabriquer les tôles et plaques d'acier, l'acier en barre sous formes diverses. Ce matériel ainsi obtenu devient après transformation - remorque, voiture, outils, etc. L'ajout de carbone à l'acier doux transforme celui-ci en fonte ou encore en acier au carbone.

TABLEAU COMPARATIF DES MÉTAUX LES PLUS EMPLOYÉS EN SOUDAGE

métal	point de fusion en "F"	point de fusion en "C"	conductibilité	symbole chimique
Acier doux	2650°	1400°	11	Fe,C
Fonte grise	2550°	1230°	10	Fe,C
Cuivre	1980°	1090°	74	CU
Laiton	1750°	940°	74	CU,Zn
Bronze	1650°	900°	74	CU, Sn
Aluminium	1200°	658°	32	AL
Plomb	650°	327°	8	Pb
Étain	450°	232°	15	Sn
Argent	1760°	960°	100	Ag
Zinc	786°	419°	20	Zn

fig. 2.3

La conductibilité de la chaleur sur les métaux

1. se référer au tableau fig. 2.3 pour mieux comprendre l'action de la chaleur sur les métaux.

2. selon leur conductibilité chaque métal ou alliage a un coefficient chiffré.

3. ce coefficient chiffré a pour base l'argent et porte le chiffre "cent" (100)

Exercice d'apprentissage

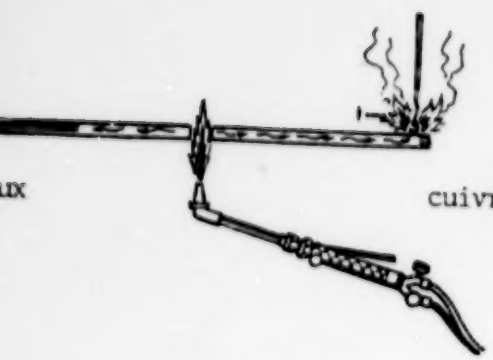
1. à l'aide d'une plaquette de cuivre et d'une d'acier doux toutes deux d'égales dimensions et formant un joint bout à bout, on chauffe les plaquettes au milieu de l'ensemble obtenu à l'aide d'un chalumeau.

2. après quelques secondes de chauffe, nous nous rendons compte que la chaleur voyage plus vite sur le cuivre (figure 2.4)

3. cette vitesse est de l'ordre d'environ 7 fois plus rapide sur le cuivre.

4. une petite formule mathématique nous permet de calculer rapidement la vitesse de la chaleur

   exemple: le cuivre coefficient de conductibilité 74
   l'acier doux coefficient de conductibilité 11
   soit Vitesse = $\frac{\text{c. cuivre}}{\text{c. acier doux}}$



cette allumette brûle la première

fig. 2.4

Note: l'exercice décrit précédemment peut très bien se faire en classe sous une autre forme. 2 élèves tiennent chacun un bout de l'ensemble plaquette de cuivre/acier doux pendant qu'un troisième à l'aide d'une allumette chauffe le cuivre

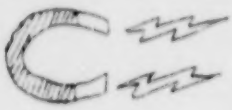
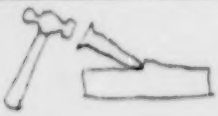
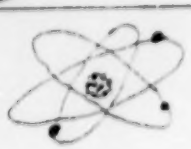
identification	fonte grise	acier doux
		
		
		

fig. 2.5

Tableau adapté de Le soudage, J.A. Pender, Ed. McGraw Hill.

3. Contrôler le bain de fusion.

L'effet de la chaleur sur l'acier doux

a) sous l'effet de la chaleur, une pièce métallique se dilate dans toutes les directions.

   1. largeur 2. longueur 3. hauteur.

b) théoriquement une pièce chauffée se dilate. En refroidissant, cette pièce retrouve ses dimensions de départ.

c) la dilatation est à son maximum pendant la période de fusion.

d) le retrait se termine quand la pièce est froide.

e) cette loi de la physique s'applique à tous les métaux et alliages à divers degrés.

f) en soudure les pièces ne sont jamais libres de se déplacer dans l'espace.

g) la concentration de chaleur intense sur la surface restreinte du bain de fusion provoque des déformations dans les tôles de base.

h) le pointage des pièces avant une soudure est par conséquent obligatoire pour garder les pièces sur un même niveau.

i) les points se doivent d'être très solides.

j) les gabarits, serre joints, pinces étaux et autres instruments servent à maintenir les pièces en place et limitent les déformations.

ÉLÉMENTS PERMETTANT DE CONTRÔLER UN BAIN DE FUSION

1. L'élève règle son chalumeau pour avoir une flamme normale.
2. L'élève doit garder son chalumeau dans un angle de 45° environ.
3. La distance entre la pointe du dard et le métal de base doit être de 2 à 4 mm.
4. Avancer lentement en respectant le temps de fusion du métal de base.

Pour réussir une soudure l'apprenti soudeur en plus d'acquérir cette dextérité manuelle décrite précédemment, doit savoir que pour éviter des incidents il lui faut penser:

à avoir la bonne flamme

à avoir le bon diamètre de buse

à avoir les bonnes pressions

à avoir le bon type de métal d'apport.

CAUSES ET REMÈDES DES INDICENTS LES PLUS COURANTS

1. Claquement isolé et retour de flamme

Causes: 1. une buse encrassée
2. un contact de la buse avec le bain de fusion
3. un mauvais règlage de la flamme
4. une buse inadéquate pour le type de travail à effectuer
5. une pression trop basse au manodétendeur

Remèdes:

Revoir les principes de base et respecter les normes établies par les compagnies d'équipement de soudure.

2. Claquement répété

Causes: Les claquements répétés comme une mitrailleuse sont dus à une buse surchauffée, parfois la buse rougit sur un chalumeau, ayant travaillé trop près de la pièce.

Remèdes:

En plus de respecter la distance de travail du chalumeau, il faut le refroidir en:

1. fermant le robinet d'acétylène
2. laissant l'oxygène ouvert (robinet)

3. plongeant le chalumeau dans un seau d'eau propre (robinet d'oxygène ouvert pour éviter l'entrée d'eau dans le chalumeau.

3. Sifflement de la buse:

Causes: Flamme à l'intérieur du chalumeau due:

1. à une baisse de pression de l'oxygène
2. à un retour de flamme

Remèdes:

1. agir comme pour une buse surchauffée
2. éviter de fermer par jeu les cylindres pendant qu'un élève soude ou chauffe une pièce.

1. Tous ces incidents sont évités par l'élève qui applique les règles de sécurité.
2. Un minimum d'entretien et de respect de l'équipement de soudure réduisent les risques d'incidents et parfois d'accidents.

A RETENIR

Souvent le bout de la buse s'encrasse de petites particules de métal pendant le soudage. A l'aide d'une petite planche de pin, frotter le bout de la buse en laissant l'oxygène ouvert; ce remède est habituellement efficace.

MODÈLE D'ATELIER 3.1

Exercice de soudage autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: contrôler le bain de fusion

Matériel: tôle d'acier doux 150mm x 50mm x 1,6mm.

Déroulement:
A) description du principe en classe
B) démonstration du professeur en atelier
C) chaque étudiant travaille à acquérir le contrôle du bain de fusion individuellement
D) rotation du professeur dans le groupe (encouragement, aide, conseil)

Exercices d'apprentissage:

1) l'élève laisse assez longtemps son chalumeau à la même place pour percer la plaquette de tôle et ainsi voir l'action de la flamme.
2) l'élève corrige la profondeur du bain de fusion en respectant la distance de 2 à 4 mm entre le bout du dard et la plaquette de tôle.
3) l'élève corrige l'angle de la buse pour la stabiliser à environ 45° avec la plaquette de tôle.
4) l'élève contrôle le bain de fusion en avancant en tenant compte de l'angle et la distance de la buse.

MODÈLE D'ATELIER 3.2

Exercice de soudage autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: contrôler une ligne de fusion

Matériel: tôle d'acier doux de 150mm x 50mm x 1,6mm

Déroulement:
1. Démonstration du professeur d'une ligne de fusion.
2. Un élève qui maîtrise bien le bain de fusion fait une démonstration d'une ligne de fusion pendant que le professeur décrit la marche à suivre et répond aux questions pertinentes au sujet de la leçon.

Exercices d'apprentissage:
1. Avec une buse N°0 ou N°1 selon le type de chalumeau, l'élève fait des lignes de fusion sans tenir compte de la largeur du bain de fusion.
2. L'élève fait des lignes de fusion en tenant compte de la largeur du bain de fusion afin de contrôler sa vitesse.
3. L'élève fait des lignes de fusion en changeant de direction plusieurs fois (fig. I)

La flèche indique le sens du déplacement figure I

La pièce sert d'évaluation sur le bain de fusion (plusieurs pièces peuvent être faites).

La note peut être répartie comme suit:

40% sur le profondeur du bain de fusion
40% sur la régularité de la largeur du bain
20% sur le contrôle dans le changement de direction

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

RAPPEL DES POINTS PRINCIPAUX POUR CONTRÔLER UN BAIN DE FUSION

1. Garder le chalumeau dans un angle de 45° avec l'horizontal.

2. La distance est de 2 à 4 mm entre le bout du dard et la plaque d'acier doux.

3. La flamme normale.

4. La largeur du bain de fusion est au maximum de trois (3) fois l'épaisseur de la tôle de base.

5. Le métal d'apport doit être de même diamètre que le métal de base sans toutefois excéder le maximum de 6,4 mm et le minimum de 1,2 mm.

MODÈLE D'ATELIER 3.3

Soudure autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: exécuter un cordon de soudure avec métal d'apport

Matériel: tôle d'acier doux de 150 mm x 50 mm x 1,6 mm

Déroulement:

1. par démonstration en atelier
2. par sous groupe sous la surveillance d'un élève du groupe.

Exercices d'apprentissage:

1. avec une buse N°1 ou 2 selon le chalumeau régler la flamme normale
2. il faut tenir le métal d'apport comme sur la figure I entre le pouce et les doigts et la faire glisser au fur et à mesure que la baguette fond, sans se brûler les doigts. Il faut pratiquer le mouvement plusieurs fois avant de pouvoir le faire pendant une opération de soudage.

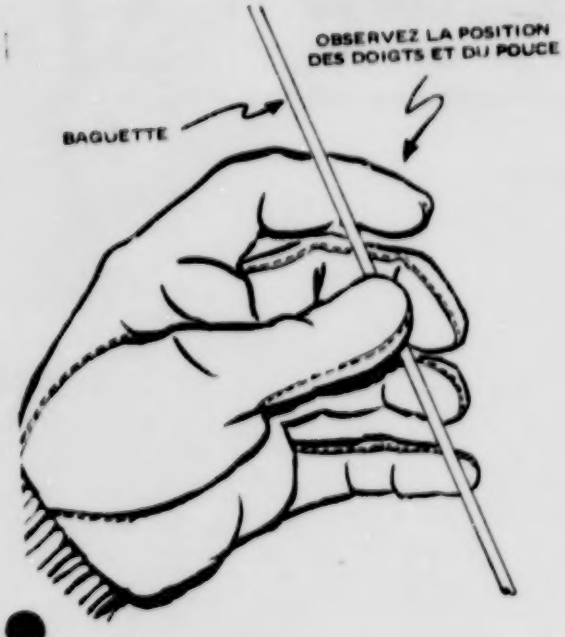


fig. I
Pender, Le soudage, McGraw Hill

3. dans un angle de 45° le métal d'apport forme avec la buse un grand "V" dont la base est le bain de fusion (Fig. II)

Coordonner ses deux mains dans un même mouvement et se déplacer en partant de la droite vers la gauche pour les droitiers et l'inverse pour les gauchers. Voir figure I. Le mouvement peut être accompagné d'un léger mouvement de rotation de la buse (Fig. III).

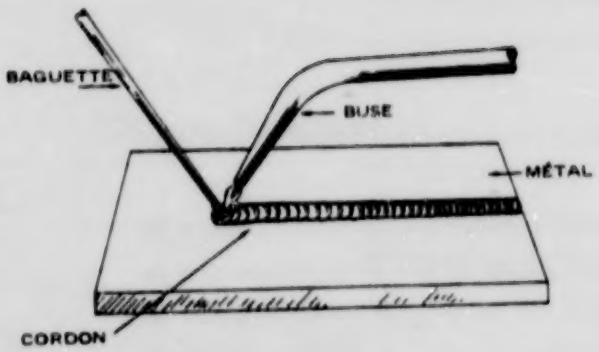


Figure II

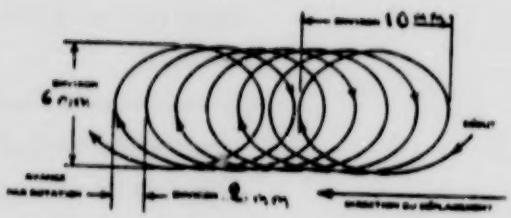


Figure III

Extraits de: Pender, Le soudage, McGraw Hill.

MODÈLE D'ATELIER 3.4

ATELIER SYNTHÈSE

Soudure autogène au chalumeau oxyacétylénique

Objectif: Vérifier le niveau d'apprentissage par un petit projet.

Matériel: tôle d'acier doux, 1,6mm épaisseur.

Déroulement:

A) Description du projet

B) Réponses aux questions des élèves

C) Pendant le projet le professeur sert de personne ressource

Exercices d'apprentissage:

1. traçage de la tôle
2. soudage de la tôle
3. nettoyage et présentation du projet fini

Évaluation du projet:

30% fusion et profondeur du bain de fusion

30% largeur du bain de fusion

30% contrôle du mouvement des mains

10% présentation finale

Projet Plaquette d'identité

Tôle d'acier doux de 1,6 mm épaisseur
métal d'apport de 1,6 mm ou 3,2 mm de diamètre
Buse N°1 ou 2 selon le type de chalumeau

Marche à suivre:

1. sur une tôle de 120 mm x 70 mm x 1,6 mm
2. tracer les mots SOUDURE PC III ainsi que le prénom de l'élève
3. suivre le tracé des lettres par un cordon de soudure autogène oxyacétylénique
4. à chaque coin un trou peut être percé pour pouvoir fixer la plaquette sur une planche (facultatif)

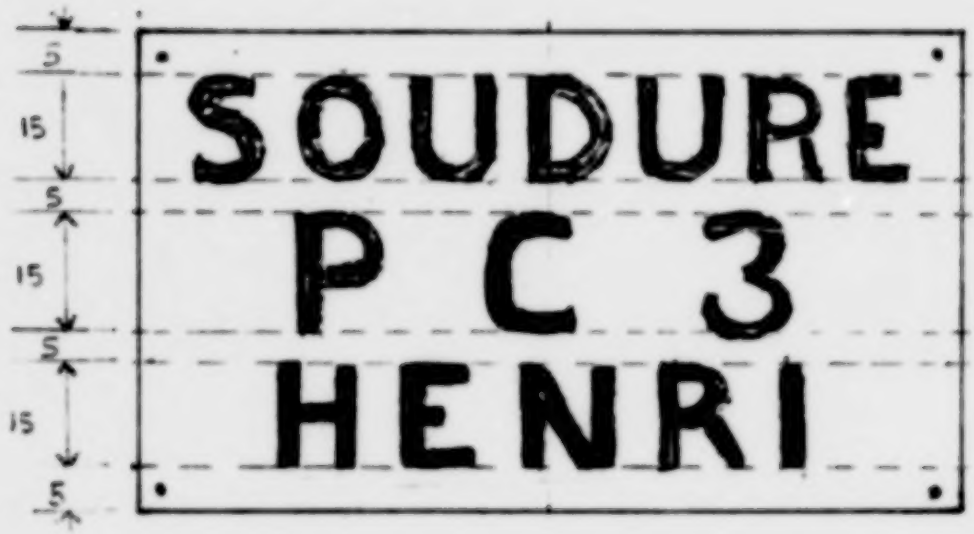


figure I

5. l'évaluation est faite selon les critères de l'exercice d'atelier 3.4

4. IDENTIFIER LES DIVERS JOINTS DE BASE EMPLOYÉS EN SOUDURE.

2. Identifier les divers joints de base en soudure.

Pour assembler diverses pièces dans l'industrie, on emploie soit, des rivets, des boulons ou des soudures.

L'ensemble formé par deux ou plusieurs pièces se nomme un joint.

Dans l'industrie on retrouve cinq (5) joints de base:

1. Le joint bout à bout ou surbord droit, est formé de deux pièces alignées sur le même plan et selon l'épaisseur, un chanfrein est parfois nécessaire.
2. Le joint en angle intérieur ou extérieur s'obtient par deux pièces perpendiculaires et formant un "L".
3. Le joint en "T" est le résultat de deux pièces, une en position horizontale, parallèle à l'horizon, l'autre pièce, perpendiculaire à l'horizon (verticale au sol).
4. Le joint par recouvrement ou à clin est formé par deux pièces qui se chevauchent.
5. Pour le joint à bords relevés, la disposition est la même que dans l'assemblage bout à bout, mais les bords sont relevés.

Exercice 4.2

Représenter les types classiques de joints et les identifier.

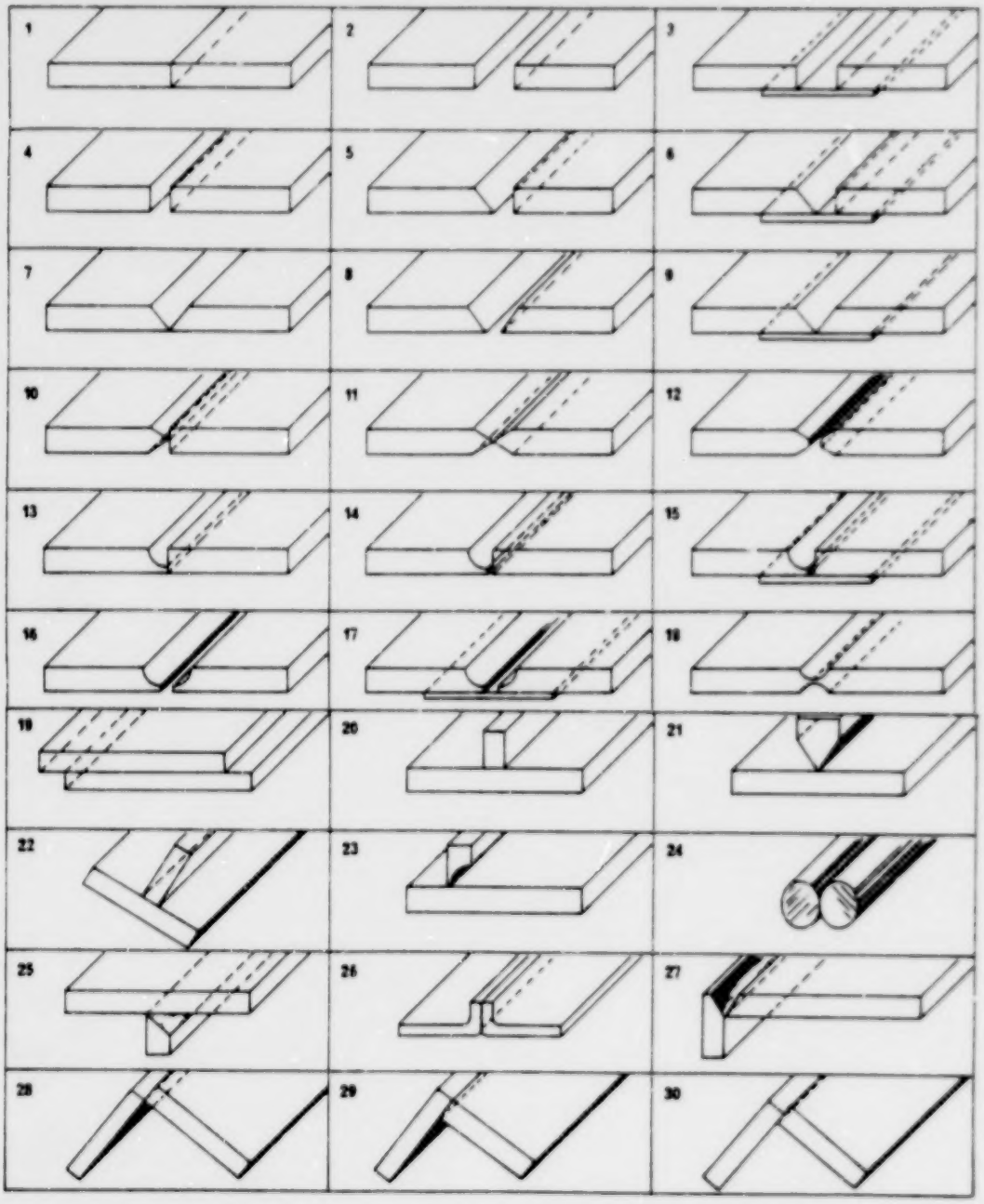
Exercice 4.3

1. Identifier l'assemblage

   N° 24 19 26 1

2. Combien y-a-t-il de types d'assemblages?

3. Le professeur fait identifier oralement les joints de son choix.



Pender, Le soudage, McGraw Hill.

5. SOUDER A PLAT LES DIVERS JOINTS DE BASE.

MODÈLE D'ATELIER 5.1

Objectif: réaliser des soudures sur joint bout à bout.

Matériel: tôles d'acier doux de 150 mm x 25 mm x 1,6 mm

Déroulement: 1. démonstration par sous-groupe
2. travail individuel

Exercices d'apprentissage:

a) avec une buse N°1 ou 2 selon le chalumeau, pointer deux (2) tôles en trois (3) endroits

1. pointer à un bout des tôles
2. pointer à l'autre bout en ayant soin que les deux tôles soient au même niveau
3. pointer au centre
4. redresser l'ensemble formé par les deux (2) tôles
5. souder le joint ainsi formé avec une baguette de métal d'apport
6. pour les étudiants les plus avancés, fournir du métal de 3,2 mm d'épaisseur pour refaire l'exercice, et ainsi améliorer son contrôle de la soudure oxyacétylénique.

Évaluation:

L'étudiant présente un ensemble soudé et formé de trois (3) joints de soudure bout à bout.

L'évaluation a comme critères:

50% sur les pénétrations

30% sur la régularité des cordons de soudure

15% sur l'épaisseur de la soudure

5% sur le redressage des pièces une fois les soudures exécutées.

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

MODÈLE D'ATELIER 5.2

Objectif: réaliser des soudures sur joint à bords relevés

Matériel: plaquettes d'acier doux de 120 mm x 25 mm x 3,2 mm

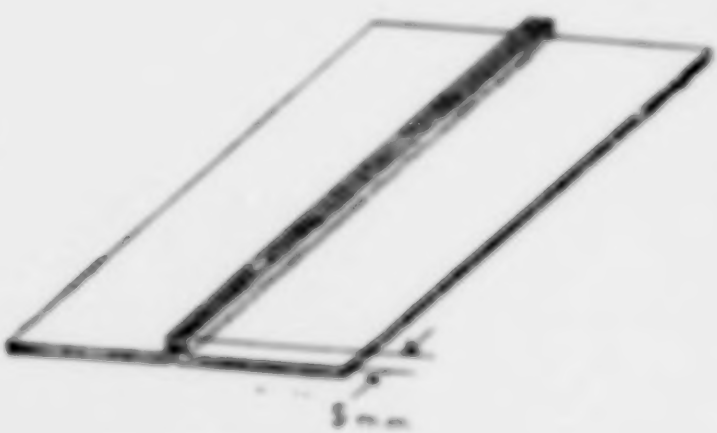
Déroulement: a) par démonstration devant le groupe
b) par démonstration en sous groupe
c) par conseils, en sous groupe de deux (2) à trois (3) étudiants.

Exercices d'apprentissage:

a) Plier le bord de chaque plaquette d'acier doux de cinq (5) mm à angle droit (Fig. I)
b) Pointer les deux (2) pièces de manière à avoir les deux (2) côtés pliés ensemble (Fig. I)
c) Vérifier si les pièces sont droites et de même niveau, le cas échéant faire les corrections qui s'imposent.
d) Souder le joint ainsi formé (côté bords relevés)
e) Souder l'autre côté de l'ensemble qui forme un joint bout-à-bout
f) Refaire l'opération au complet après avoir fait contrôler la pièce soudée par le professeur.

Evaluation:

25% sur le pliage et pointage
40% sur la soudage à bord relevé
25% sur la soudure bout-à-bout
10% sur la présentation finale



(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestions.)

fig. I

SOUDAGE D'ANGLE

Les soudures d'angle et en "T" sont des soudures faites dans les angles intérieurs et extérieurs d'un assemblage.

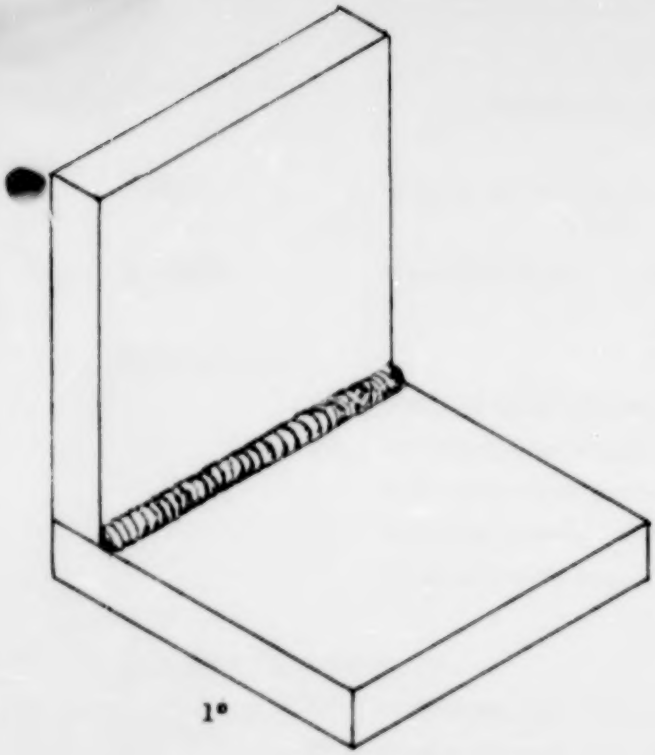
Dans les soudures du type angle intérieur ou en "T" le débutant fait souvent l'erreur de diriger son chalumeau sur un côté seulement, et la soudure n'est fusionnée que d'un seul côté.

Pour prévenir cette faute il faut maintenir le chalumeau dans un angle de 45° avec les bords tandis que le métal d'apport, à un angle de 30° avec le fond de l'angle à souder et de 15° à 20° avec le côté de la plaque verticale.

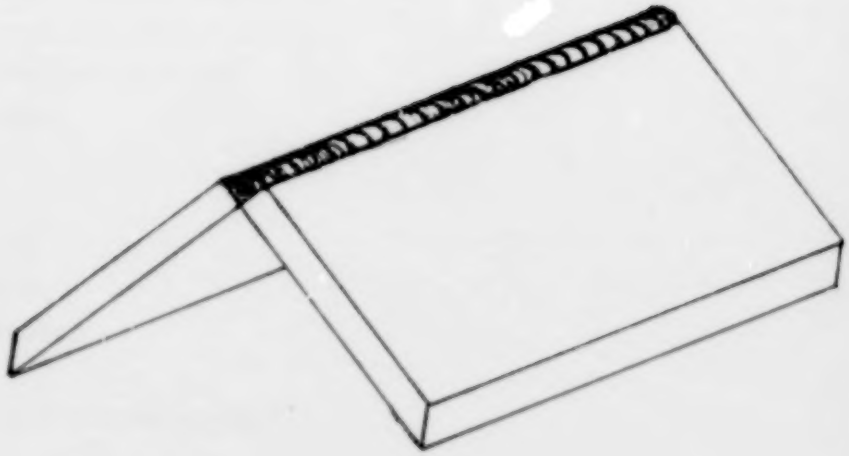
Le chalumeau doit être d'un débit plus grand que pour une soudure à plat bout-à-bout.

A cause de la grande quantité de chaleur demandée le soudeur doit faire un mouvement alternatif afin de chauffer les deux bords de l'angle.

Le cordon de soudure doit être d'environ trois (3) fois l'épaisseur des pièces, la soudure sur l'autre côté de la plaque demande plus de chaleur à cause de l'épaisseur du cordon déjà déposé.



1°



2°

fig. I

Exemples de soudures d'angles 1. angle intérieur

2. angle extérieur

MODÈLES D'ATELIER 5.3

Objectif: réaliser des soudures sur joint d'angle extérieur

Matériel: tôles d'acier doux de 130 mm x 25 mm x 3,2 mm

Déroulement:

A) démonstration devant le groupe

B) en sous groupe de quatre (4) élèves
les sous groupes pratiqueront l'exercice de soudure

C) individuellement les élèves résoudront le problème buse versus épaisseur de la pièce

Exercices d'apprentissage

A) redressage des plaquettes d'acier doux

B) mise en marche des postes à souder

C) pointage des pièces en angles

D) soudage du joint

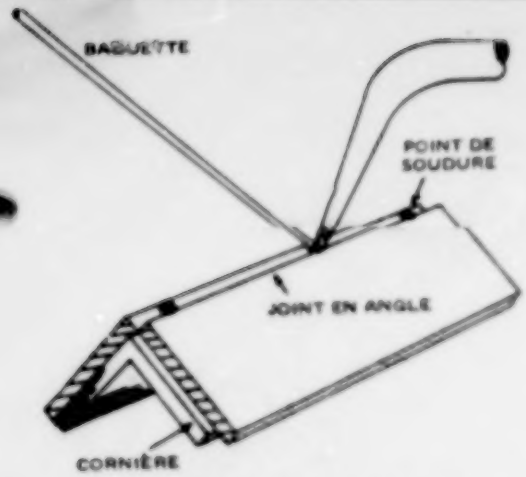
Évaluation:

50% régularité des cordons

20% épaisseur de la soudure

30% pénétration de la soudure

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

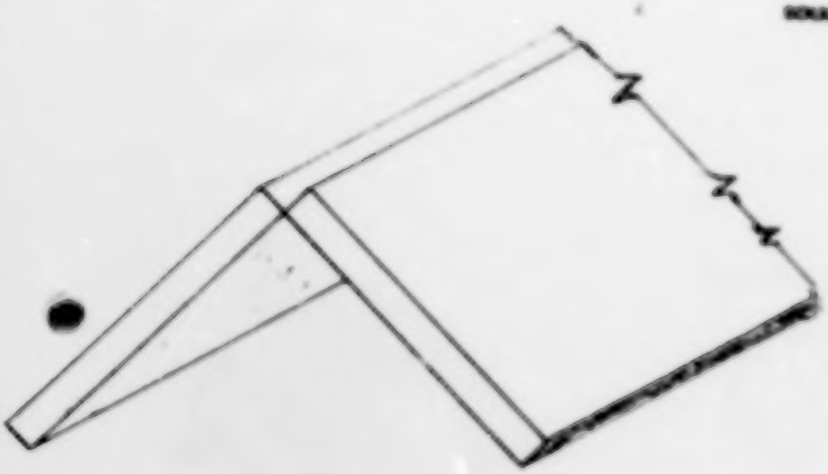


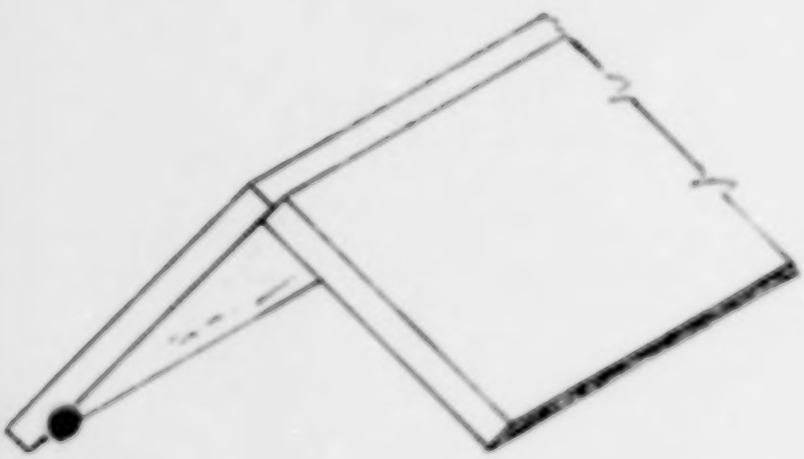
Pender, Le soudage, McGraw Hill

Figure I: Pointage des pièces en angle. Nous voyons une bonne préparation au soudage en angle extérieur. La condition essentielle pour réussir la soudure d'un joint en angle est d'avoir une bonne pénétration.

Avec les figures II, III, IV nous voyons trois (3) dispositions possible des pièces.

Figure II Assemblage très fréquent. Bonne pénétration de la soudure, joint très solide.

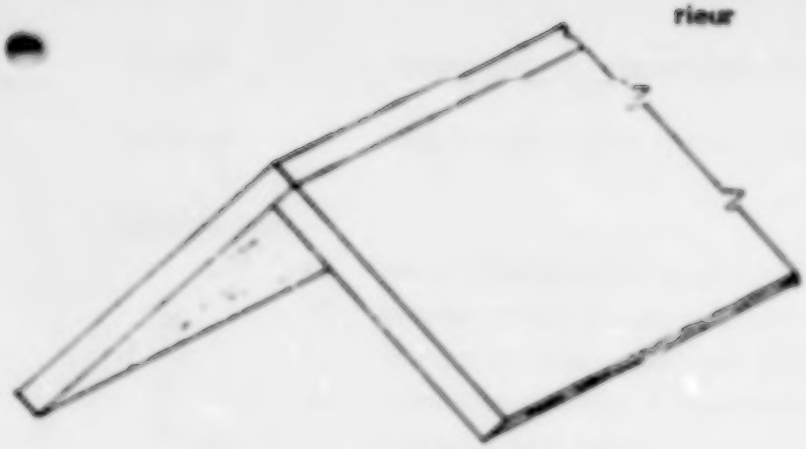




Assemblage en angle extérieur.

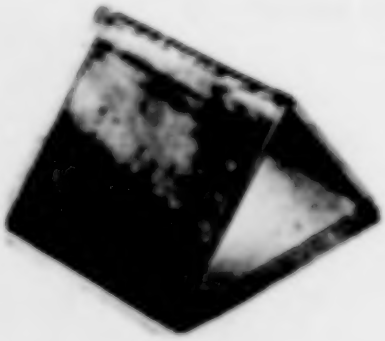
Figure III Dans cet assemblage la pénétration est médiocre, une soudure du côté de l'angle intérieur est préférable.

Figure IV Assemblage en angle extérieur



dans cet assemblage la pénétration est nulle, le soudage intérieur est nécessaire.

Figure V Soudure terminée



Exemple d'une soudure d'angle extérieur bien exécutée.

MODÈLE D'ATELIER 5.4

Objectif: réaliser des soudures sur joint d'angle intérieur

Matériel: tôles d'acier doux de 150 mm x 25 mm x 3,2 mm

Déroulement:

a) démonstration devant le groupe

b) en sous-groupe de quatre élèves
les sous-groupes pratiqueront l'exercice

c) individuellement les élèves résoudront le problème buse versus épaisseur de la pièce.

Exercices d'apprentissage:

a) redressage des plaquettes d'acier doux

b) mise en marche des postes à souder

c) pointage des pièces en angle

d) soudage du joint

soudure intérieure

Dans cette soudure l'action de la chaleur est plus importante que lors de l'atelier 5.3.

A cause de l'angle intérieur, le chalumeau doit être gardé plus longtemps en place pour permettre la fusion des bords.

L'angle du chalumeau doit être d'environ 45° avec le fond de l'angle.

Évaluation

20% pointage des pièces

60% aspect de la soudure

10% pénétration de la soudure

10% angle des pièces (90°)

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

MODÈLE D'ATELIER 5.5

Objectif: réaliser des soudures sur joint en "T"

Matériel: plaquettes d'acier doux de 100 mm x 15 mm x 3,2 mm

Déroulement:

1. démonstration devant les étudiants pour qui les soudures d'angles posent encore quelques problèmes majeurs.
2. le professeur sert de personne ressource.

Exercices d'apprentissage

a) Pointer les pièces ensemble
b) Vérifier si les pièces sont en angle de 90°
c) Tenir le chalumeau et la baguette de métal d'apport
d) Exécuter la soudure

Évaluation:

10% sur le pointage des pièces
40% sur la première soudure
40% sur la seconde soudure
10% sur la présentation et la finition

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

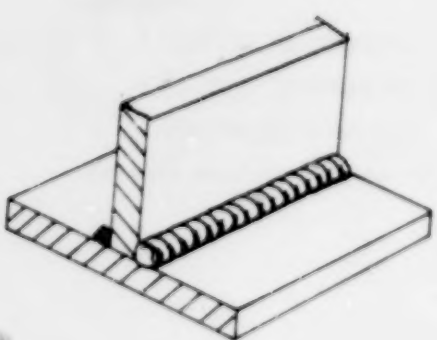


fig. II soudures d'angle complétées

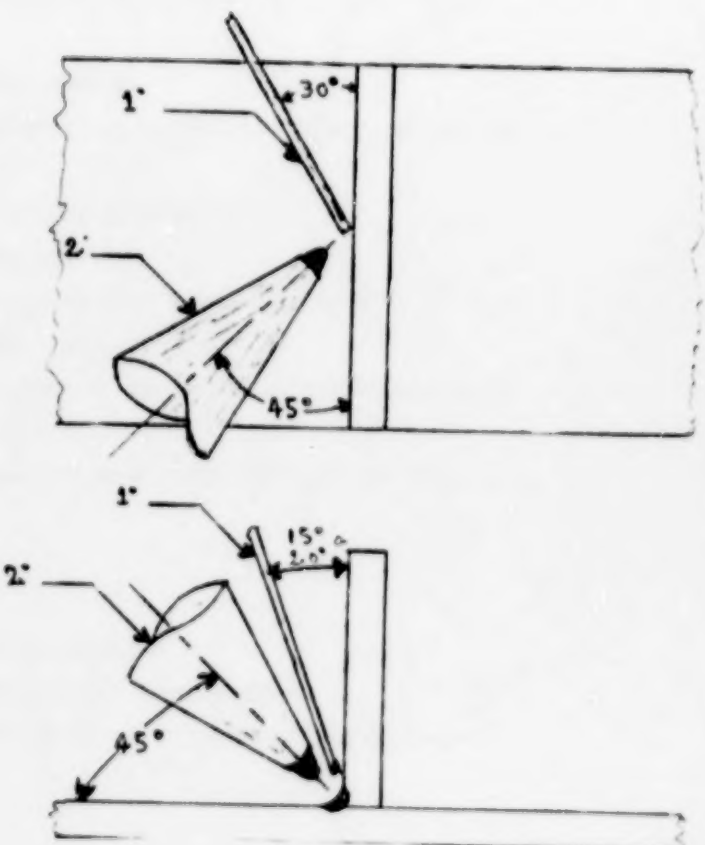


fig.1

1° baguette 2° chalumeau

ATELIER SYNTHÈSE 5.6

FABRICATION D'UNE PETITE BOÎTE

Objectif: intégrer les diverses soudures à plat exécutées sur les joints de base.

Matériel: 4 tôles d'acier doux de 100 mm x 25 mm x 1,6 mm
1 tôle d'acier doux de 25 mm x 25 mmx 1,6 mm

Déroulement:

1. travail individuel des élèves
2. professeur agit comme personne ressource

Exercices d'apprentissage

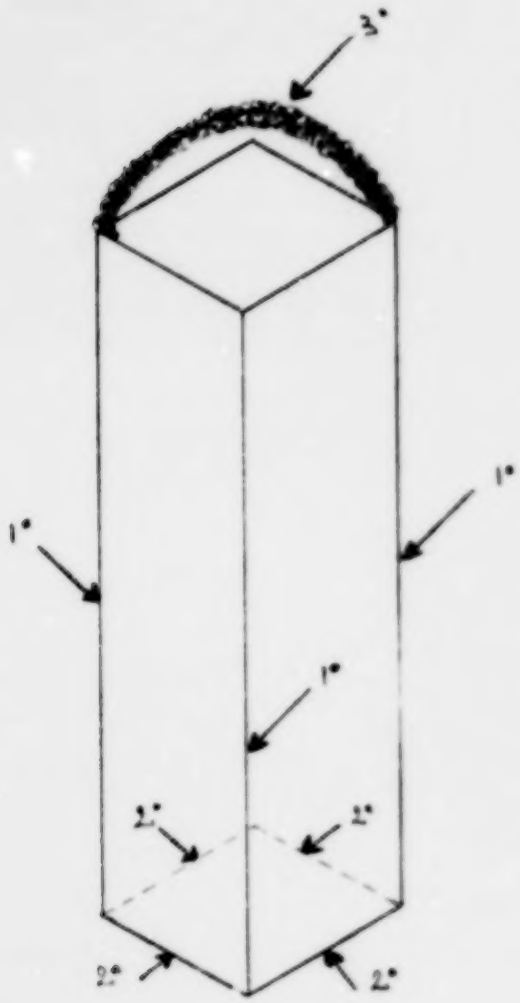
1. les choix du diamètre de la buse et du diamètre du matériel d'apport sont laissés à l'élève
   redresser les tôles avant de les pointer
   pointer les tôles deux par deux pour former un angle droit sur les bords mesurant 100 mm
   faire une soudure en angle intérieur et extérieur
   vérifier l'angle et redresser au besoin
   assembler et souder les deux pièces pour former une boîte
2. prendre la plaquette de 25 mm x 25 mm
   la pointer et la souder pour former une des deux ouvertures de la boîte
3. sur l'autre côté, à l'aide de gouttes de soudure fabriquer une anse.

Évaluation:

Vérifier les soudures
Vérifier l'étanchéité en remplissant d'eau la boîte
Vérifier la solidité de la poignée à l'aide d'une paire de pinces.

Une note peut être donnée à chaque étape de vérification suggérée à l'évaluation.

Aspect final de la boîte



1. soudures des côtés
2. soudures du fond
3. fabrication de l'anse par gouttes de soudure

6. IDENTIFIER SES DÉFAUTS EN SOUDURE

TABLEAU DES DÉFAUTS DES SOUDURES OXYACÉTYLÉNIQUE (fig. I)

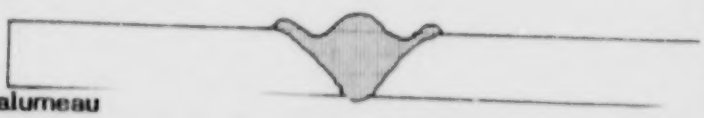
I BOURRELET OU MANQUE DE FUSION

.buse trop petite
.avancement trop rapide
.chauffage insuffisant

II MANQUE DE PÉNÉTRATION

.faute du soudeur
.chalumeau trop puissant, tenu trop écarté ou trop incliné
.manque d'écartement des pièces

III CANIVEAUX



.buse trop puissante
.mauvaise manipulation du chalumeau

IV PÉNÉTRATION EXCESSIVE

.avance trop lente
.chalumeau trop fort
.écartement trop grand des pièces

fig. 2.1

Freiner, John L., General Metals, McGraw Hill Co., 1965

L'acier doux

A. Identification

L'acier doux est fabriqué à partir du minerai de fer et de carbone (0,25%) et divers autres éléments en quantite inférieure (fig. 2.2)

EXERCICE - LE MOT CACHÉ

1° Dans cet exercice il s'agit de trouver le mot caché en partant des mots énoncés dans le paragraphe suivant.

2. Donner la définition du mot caché.

N	O	L	T	A	L	L	E	V	I	N	E	D
D	S	C	A	N	I	V	E	A	U	X	D	A
E	U	C	U	S	F	T	R	O	U	S	E	N
N	R	A	S	O	I	E	N	I	A	S	F	O
A	E	R	E	U	S	E	B	A	S	E	D	I
T	P	B	T	F	S	T	T	N	O	S	R	T
U	A	U	I	F	U	N	M	O	F	E	M	A
R	I	R	S	L	R	A	E	R	U	M	A	R
A	S	A	O	U	E	D	T	M	S	M	T	T
T	S	N	R	R	S	Y	A	A	I	A	I	E
I	E	T	O	E	G	X	L	L	O	L	O	N
O	U	E	P	S	E	O	N	E	N	F	N	E
N	R	E	E	C	N	E	R	A	P	P	A	P

A. apparence
B. base
C. caniveaux - carburante
D. déformation - dénaturation - dénivellement
F. fissures - flammes - fusion
M. métal
N. normale
O. oxydante
P. pénétration - porosités
S. saine - soufflures - surépaisseur
T. trous

Cet exercice peut être fait individuellement ou en groupe de 2 noms tirés au hasard.

Après avoir complété le mot caché, trouver la définition de chaque mot du mot caché.

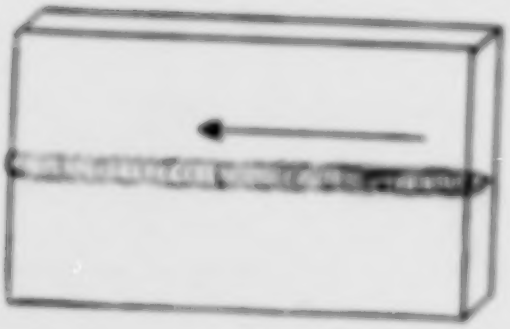
Le volume de base de soudure peut-être employé pour le travail.

7. SOUDER LES DIVERS JOINTS EN POSITION HORIZONTALE

LE SOUDAGE HORIZONTAL EN CORNICHE

Le soudage en position horizontale est une soudure exécutée sur une surface verticale.

Dans ce type de soudure, la principale difficulté vient de la tendance du métal en fusion à s'écouler vers le bas par gravité.



sens du soudage

Soudage horizontal
fig. I

Pour pouvoir réussir cette soudure (fig. I), il faut chauffer la pièce du haut vers la fusionner, puis on chauffe celle du bas et par radiation la chaleur fait fondre les deux bords des tôles.

Le chalumeau doit être manoeuvré de manière à ce que la flamme retienne le métal en fusion dans la bonne position, c'est-à-dire que le chalumeau forme un angle droit avec la pièce à souder. A cause de l'amincissement du bord de la tôle supérieure, l'apport du métal doit être plus grand. Donc il faut garder la baguette de métal d'apport sur la partie amincie afin de contrebalancer l'effet d'affaissement de cette partie du joint.

Souvent le cordon de soudure comporte un léger renforcement à la partie inférieure, et il faut beaucoup de pratique pour maîtriser ce genre de soudure.

MODÈLE D'ATELIER 7.1

Objectif: Réaliser des soudures en position horizontale sur joint bout-à-bout.

Matériel: Tôles d'acier doux 130 mm x 25 mm x 3,2 mm.

Déroulement:

A) Démonstration devant le groupe avec explications orales.

B) Travail individuel par les élèves.

Exercices d'apprentissage:

(fig. I)

A) coupage et redressage des plaquettes d'acier doux.

B) pointage des plaquettes afin de former un ensemble de 6 plaquettes. (cf. fig. I)

C) soudage des joints en position horizontale.

D) chaque soudure exécutée sert de modèle pour la suivante afin d'améliorer la technique de soudage et de réduire les défauts.

Evaluation:

60% sur le contrôle des soudures en position horizontale (forme du cordon, défauts apparents).

20% sur redressage et le pointage des pièces sur un même plan.

20% sur l'emploi sécuritaire du chalumeau et des divers outils.

MODÈLE D'ATELIER 7.2

Objectif: réaliser des soudures en position horizontale sur joint en angles extérieurs et intérieurs.

Matériel: tôles d'acier doux 130 mm x 25 mm x 3,2 mm.

Déroulement:

A) Les élèves exécutent les soudures en angles extérieurs en mettant en pratique les acquis de l'exercice précédent du soudage horizontal.

B) L'exercice se fait individuellement.

C) Le professeur fait un contrôle pendant l'exercice et apporte des correctifs selon les besoins de chacun

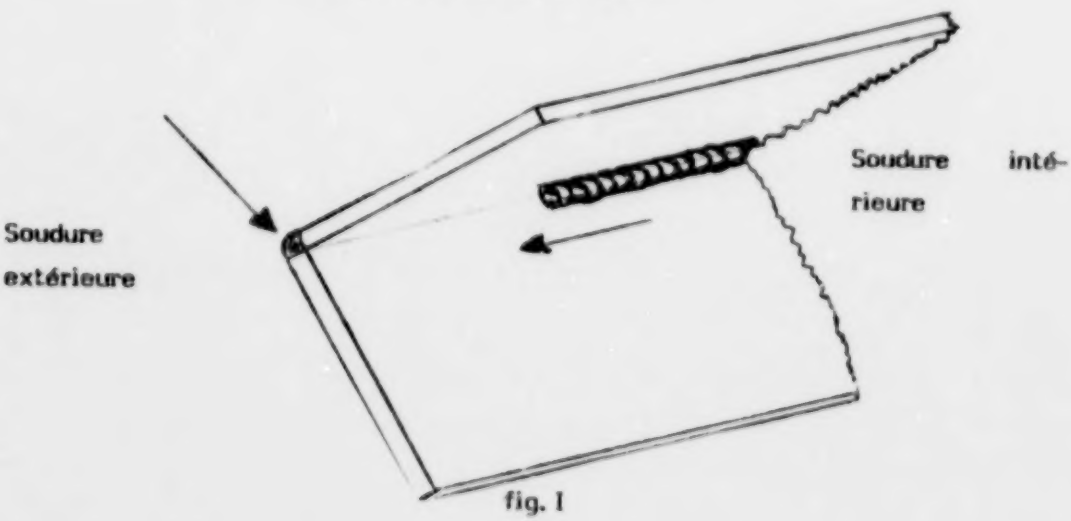


fig. I

Exercices d'apprentissage:

A) couper les tôles d'acier doux aux mesures décrites plus haut.

B) Pointer les tôles par deux pour former un angle droit.

C) Placer en position horizontale.

D) Souder l'angle extérieur.

E) Souder l'angle intérieur.

Évaluation:

60% sur le contrôle des soudures en position horizontale angle intérieur.

20% sur le contrôle des soudures en position horizontale angle extérieur.

20% sur l'emploi sécuritaire du chalumeau et des divers outils.

8. SOUDER LES DIVERS JOINTS
EN POSITION VERTICALE.

1. La soudure verticale montante semble difficile à exécuter mais comparativement à la soudure horizontale pour laquelle le métal en fusion s'affaisse et provoque des problèmes au soudeur, la soudure montante grâce à la gravité qui fait descendre le métal liquide, permet de bâtir un pont de soudure entre les deux pièces sans problème. L'angle du chalumeau doit être maintenu à environ 30°. Le métal d'apport lui, doit avoir un angle de 20° afin de former la seconde partie du "V" ouvert vers le haut.

La pénétration se réalise assez bien dans ce genre de soudure, et le maintient d'un petit trou à l'avant du bain permet d'obtenir une fusion complète des bords. La vitesse d'avancement influe sur l'épaisseur du cordon et la profondeur de la fusion. Pour les pièces plus épaisses on obtient de bons résultats lorsque deux soudeurs travaillent ensemble de chaque côté du joint. Mais là encore une grande dextérité est de mise afin d'éviter les effondrements de métal.

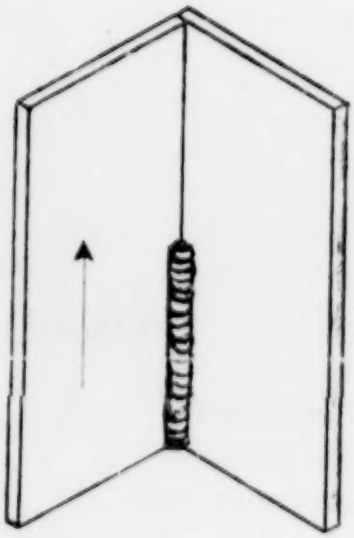


fig. I

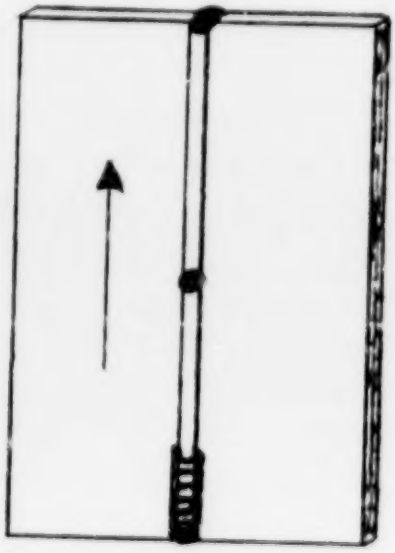


fig. II

MODÈLE D'ATELIER 8.1

Objectif: réaliser des soudures verticales montantes.

Matériel: acier doux de 100 mm x 50 mm x 2,4 mm

Déroulement:

A) Démonstration en groupe

B) Les étudiants les plus avancés aident le restant du groupe (par équipe)

C) Le professeur fait office de personne ressource

D) Retour au travail individuel pour tous.

Exercices d'apprentissage:

A) Pointer les plaquettes avec un espace de deux (2) millimètres.

B) Vérifier si les plaquettes sont au même niveau.

C) Placer l'ensemble de manière à souder de bas en haut.

D) Souder en respectant les normes décrites en théorie.

E) Vérifier et nettoyer la plaque soudée.

F) Refaire l'exercice avec un espace de 3 à 4 mm pour la pénétration.

Évaluation;

50% pénétration de la soudure

20% pointage sur le même niveau

30% cordon de soudure

(Les pourcentages sont indiqués à titre de suggestion.)

MODÈLE D'ATELIER 8.2

Objectif: réaliser des soudures verticales montantes en angle intérieur et extérieur.

Matériel: acier doux de 70 mm x 15 mm x 2,4 mm.

Déroulement:

A) Démonstration du professeur

B) Travail individuel

Exercices d'apprentissage

A) Pointer 10 plaquettes deux par deux afin de former un angle droit.

B) Pointer l'ensemble des plaquettes afin de former un escalier.

C) Placer l'ensemble en position verticale.

D) Souder les angles extérieurs en position verticale montante.

E) Souder les angles intérieurs en position verticale montante.

Évaluation

45% pour soudure intérieur

45% pour soudure extérieur

10% sur angles droits

Après correction, l'enseignant garde l'escalier produit par chacun afin d'être réutilisé par l'élève au cours de l'atelier synthèse.

1. Souder les deux côtés de l'escalier

fig. 1

ATELIER SYNTHÈSE 8.3

FABRICATION D'UNE PASSERELLE

Objectif: réaliser des soudures horizontales et verticales.

Matériel: escalier de l'atelier 8.2
fer plat 70 mm x 15 mm x 3,2 mm
baguette d'acier doux

Déroulement:

A) Travail individuel des élèves

B) L'enseignant agit comme personne ressource.

Exercices d'apprentissage

1. Reproduire un escalier similaire à celui qui a été produit à l'atelier 8.2.
2. Assembler les fers plats pour former la partie centrale de la passerelle.
3. Couper des longueurs de fers plats qui serviront de supports à la passerelle.
4. Fabriquer les rampes au moyen de baguettes.
5. Souder chaque élément séparément.
6. Montage final - joindre les deux escaliers à la passerelle et les rampes aux escaliers.
7. Souder les parties entre elles.
8. Nettoyage ou brossage de la passerelle.
9. Vernissage ou peinture de la passerelle.

Évaluation

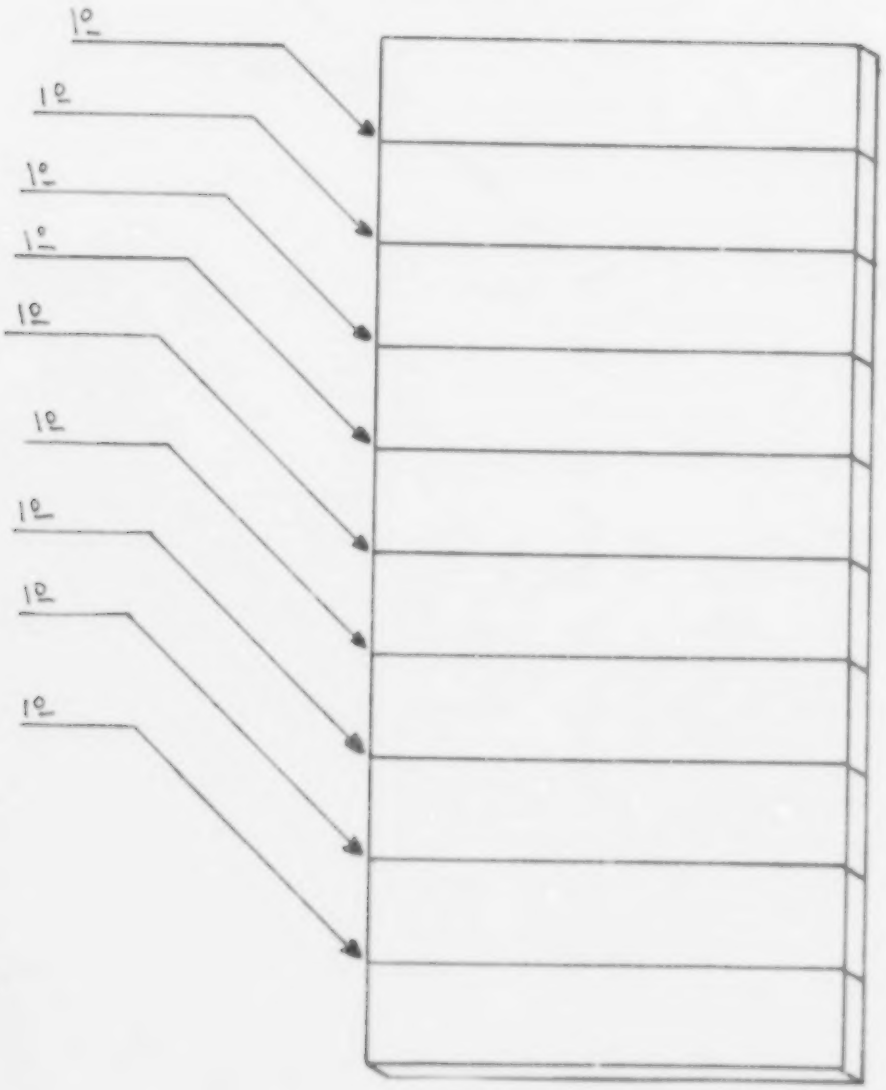
.vérifier les soudures

.vérifier la solidité des soudures joignant les différentes parties

.vérifier la symétrie d'ensemble

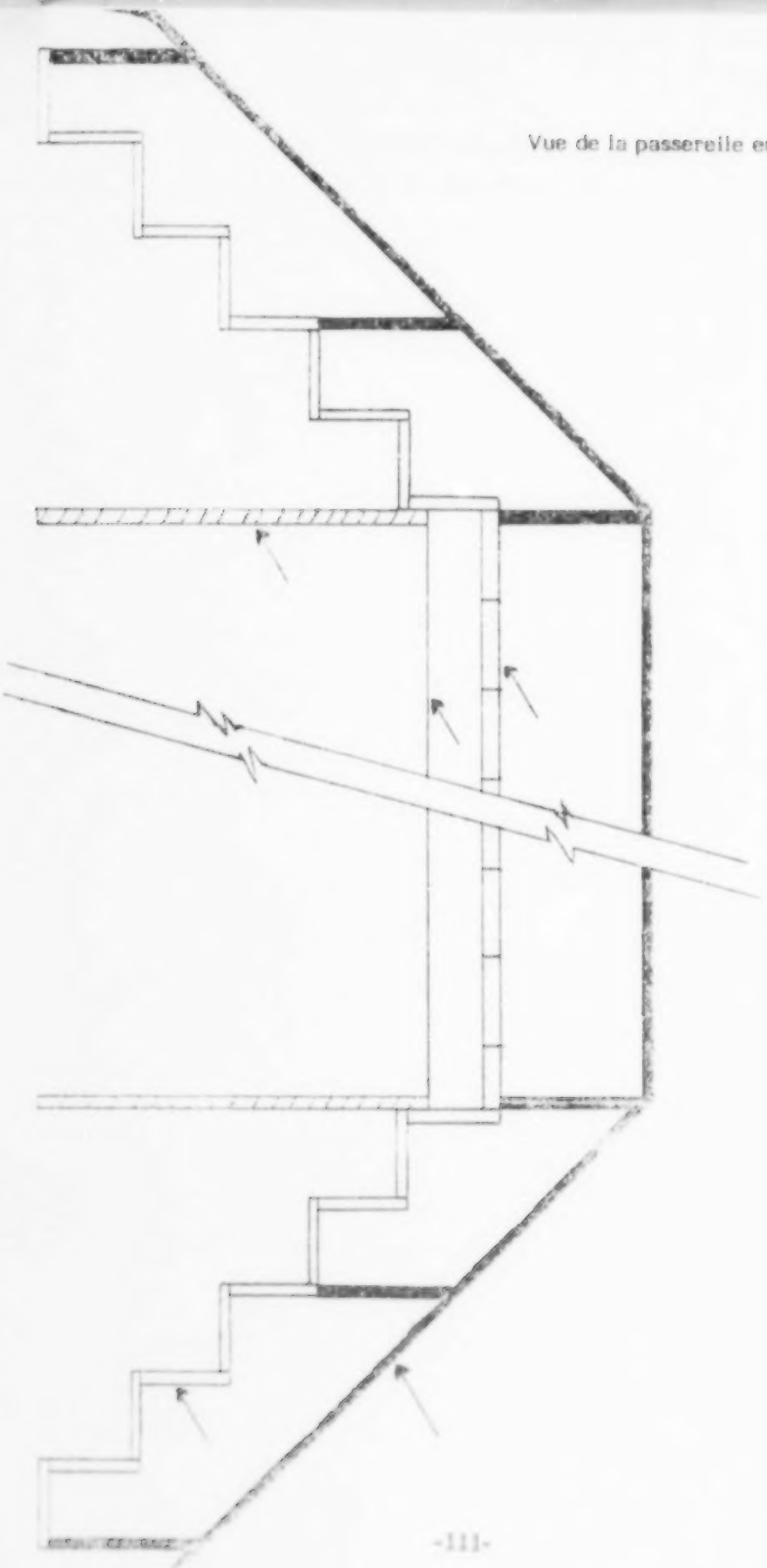
Une note peut être donnée à chacune des étapes suggérées à la partie "Exercices d'apprentissage".

2. Assemblage de la partie centrale de la passerelle.



1° soudures

Vue de la passerelle en élévation



9. SOUDER LES DIVERS JOINTS
EN POSITION PLAFOND.

SOUDURE AU PLAFOND

La soudure au plafond s'exécute de la même manière que la soudure à plat, sauf que le travail se fait au-dessus de la tête du soudeur.

Dans le soudage au plafond, le soudeur doit tenir compte de sa sécurité personnelle dû à la position de soudage qui engendre des chutes de particules brûlantes et parfois des gouttes de métal en fusion.

La position de travail du soudeur joue un rôle important dans ce type de soudure. En effet, le soudeur doit se placer dans l'axe du joint, exécuter la soudure en la dirigeant vers lui et reculer au fur et à mesure de la progression du cordon de soudure.

Cette méthode a l'avantage d'éviter les chûtes de métal brûlant sur le soudeur, d'avoir une bonne visibilité, et un contrôle du bain de fusion.

En résumé dans le soudage au plafond il faut éviter la formation d'un bain de fusion trop grand car alors le métal en fusion tomberait par gravité.

MODÈLE D'ATELIER 9.1

Objectif: réaliser des soudures en plafond sur joint bout-à-bout.

Matériel: tôles d'acier de 100 mm x 15 mm x 1,6 mm

Déroulement:

A) Démonstration du soudage en plafond

B) Rotation pour corriger les fautes les plus flagrantes de chacun

C) Encourager les étudiants pour le travail accompli.

Exercices d'apprentissage:

1) Pointer les pièces

2) Installer l'ensemble en position plafond

3) Le soudeur s'installe de manière à être à l'aise pour souder et éviter les brûlures

4) Avant de se servir du métal d'apport faire simplement un bain de fusion

5) Faire la soudure en ajoutant du métal d'apport.

Évaluation:

45% sur l'apparence du cordon

15% sur le nombre de soudures bien exécutées

20% sur la méthode employée

20% sur les précautions prises pour sa propre sécurité.

MODÈLE D'ATELIER 9.2

Objectif: réaliser des soudures sur angle intérieur en plafond

Matériel: acier doux 75 mm x 20 mm x 3,2 mm

Déroulement:

A) Travail individuel des élèves

B) Démonstration du professeur

C) Rotation avec rappel des règles de sécurité.

Exercices d'apprentissage:

1) Pointage des pièces à plat
2) Installer l'ensemble en position plafond
3) Prendre les mesures voulues pour éviter les brûlures.
4) Souder le joint
5) Vérification du travail.

Évaluation:

50% apparence des cordons

20% méthode employée

25% précautions prises pour sa sécurité

5% sur la quantité de soudure.

10. VALORISER LE TRAVAIL ACCOMPLI PAR L'ÉTUDIANT.

MODÈLE D'ATELIER 10.1

FABRICATION D'UN MOULIN À VENT

Objectif: 1° Promouvoir l'autonomie de chacun

2° Réaliser un projet synthèse des diverses soudures

3. Valoriser le travail de chacun.

Matériel: acier doux de 1,6 mm et 3,2 mm pour les détails voir le plan du moulin.

Déroulement:

A) Rencontre avec le groupe pour expliquer les détails du plan

B) Chacun se met au travail selon les étapes du plan

C) Le professeur sert de ressource le cas échéant

D) Donner du feedback pour le travail accompli.

Exercices d'apprentissage

1. Suivre les détails du plan

2. Transfert d'apprentissage

Évaluation:

100 points sur les soudures des plaquettes

50 points sur les mesures exactes (2 mm)

50 points sur le respect des angles

100 points sur les soudures d'assemblages

100 points sur l'hélice du moulin

100 points sur les soudures du toit

50 points sur l'originalité de la finition

50 points sur l'emploi sécuritaire des outils

LE MOULIN À VENT (1)

1. Couper six (6) tôles d'acier doux de 127 mm x 35 mm x 1,6 mm
2. Redresser au besoin avec un marteau
3. Tracer les (3) lignes avec une craie spéciale
4. Souder les cordons en suivant les lignes tracées
5. Redresser de nouveau et nettoyer les tôles.

Lignes pour soudures

fig. I

soudure

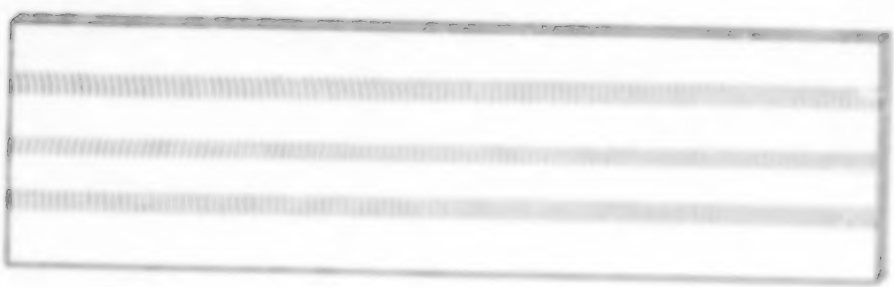


fig. II

LE MOULIN À VENT (2)

1. Préparer un gabarit (se référer à la fig. I, Pointage des pièces en angle, Atelier 5.3) pour pouvoir pointer les pièces à 120°.
2. Pointer les plaquettes deux (2) par deux (2) en respectant un angle total de 120°
3. Assembler les trois (3) sections ainsi formées
4. Vérifier l'angle de l'ensemble et corriger si besoin.

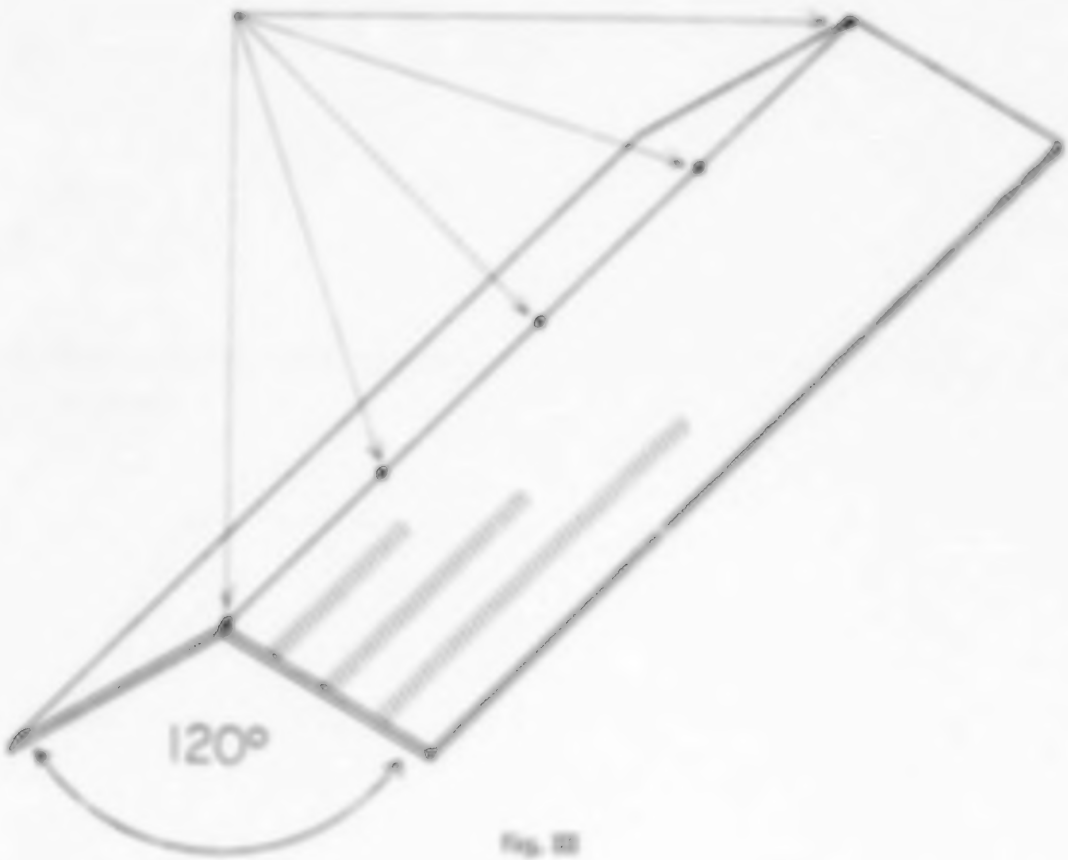


fig. III

LE MOULIN À VENT (3)

1. Couper les six (6) triangles isocèles qui formeront le toit.

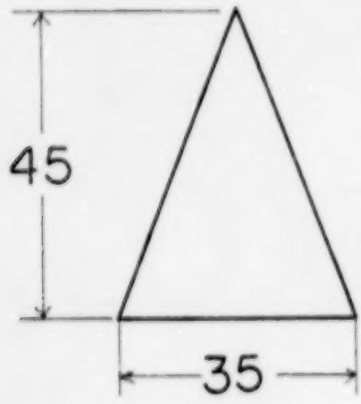
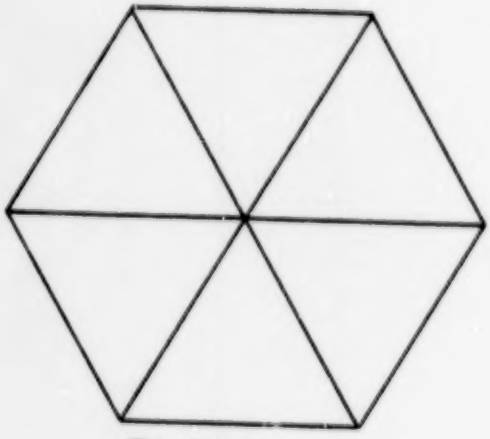
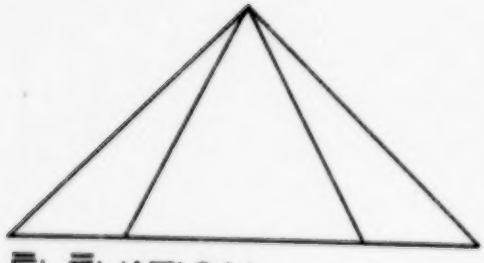


Fig. IV

2. Assemblage du toit: la méthode d'assemblage est laissée à l'initiative de l'étudiant.



PLAN



ÉLÉVATION

fig. V

MOULIN À VENT (4)

1. Assemblage des parties formant le corps du moulin et de son toit.
2. L'assemblage du toit se fait en pointant les pièces une après l'autre sur le corps du moulin.

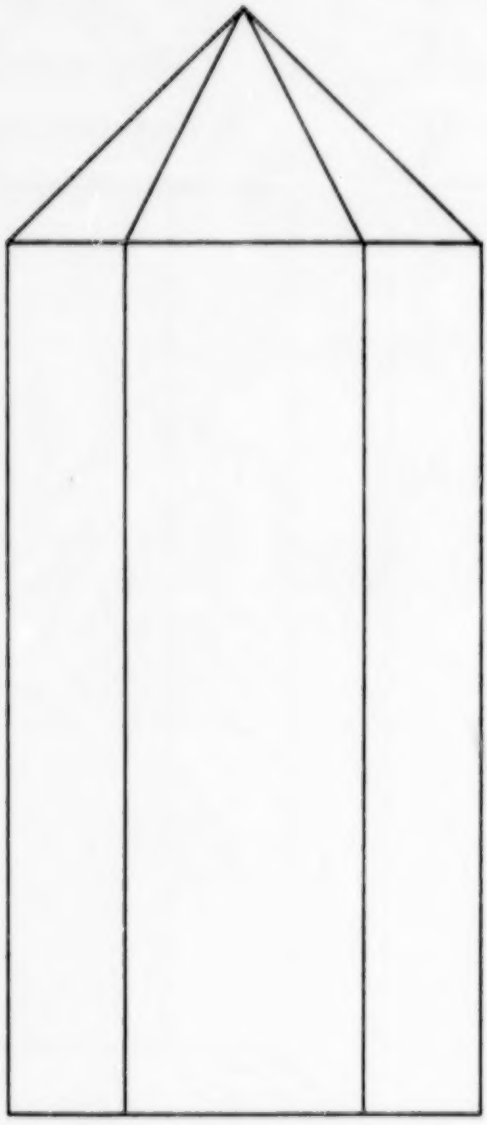


fig. VI.

MOULIN À VENT (5)

1. Soudage du toit
2. Exécuter des cordons de soudure du toit.

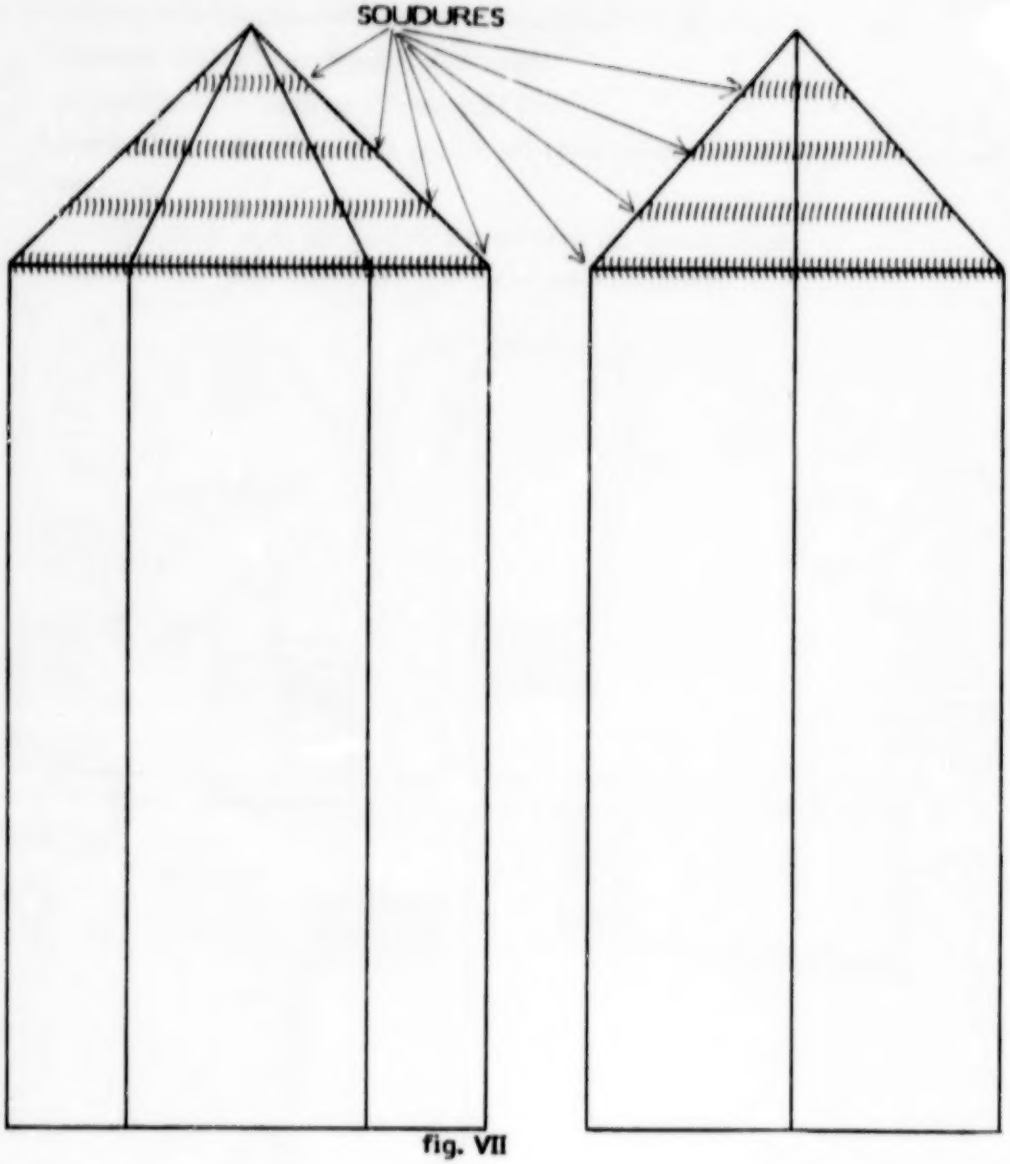


fig. VII

MOULIN À VENT (6)

1. Fabrication des ailes du moulin

-couper quatre tiges de 65 mm de long x 4 mm de diamètre

-couper quatre plaquettes d'acier doux 10 mm x 20 mm

-couper quatre tiges de 50 mm x 2 mm

-couper quatre tiges de 25 mm x 2 mm

-couper et assembler selon le plan les tiges intérieures à 5 mm de distance chacune

-une rondelle centrale permet d'assembler les quatre ailes

-les ailes du moulin ont un angle de 5° vers l'intérieur

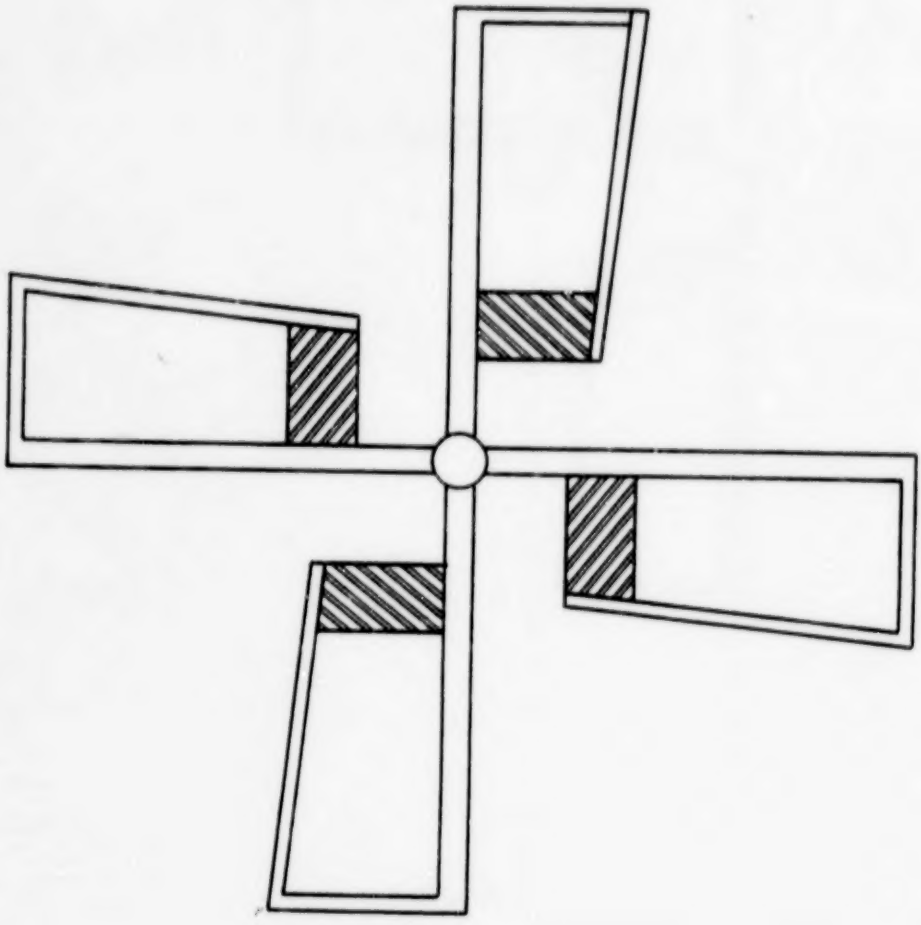


fig. VIII

MOULIN À VENT (7)

Vue de face

1. Percer un trou selon le diamètre de l'axe central des ailes à 115 mm en partant du bas du moulin.
2. L'ensemble doit tourner sur un simple mouvement de la main sur une aile.
3. Le bout peut être monté sur une base en bois ou en métal, selon les objectifs du professeur.

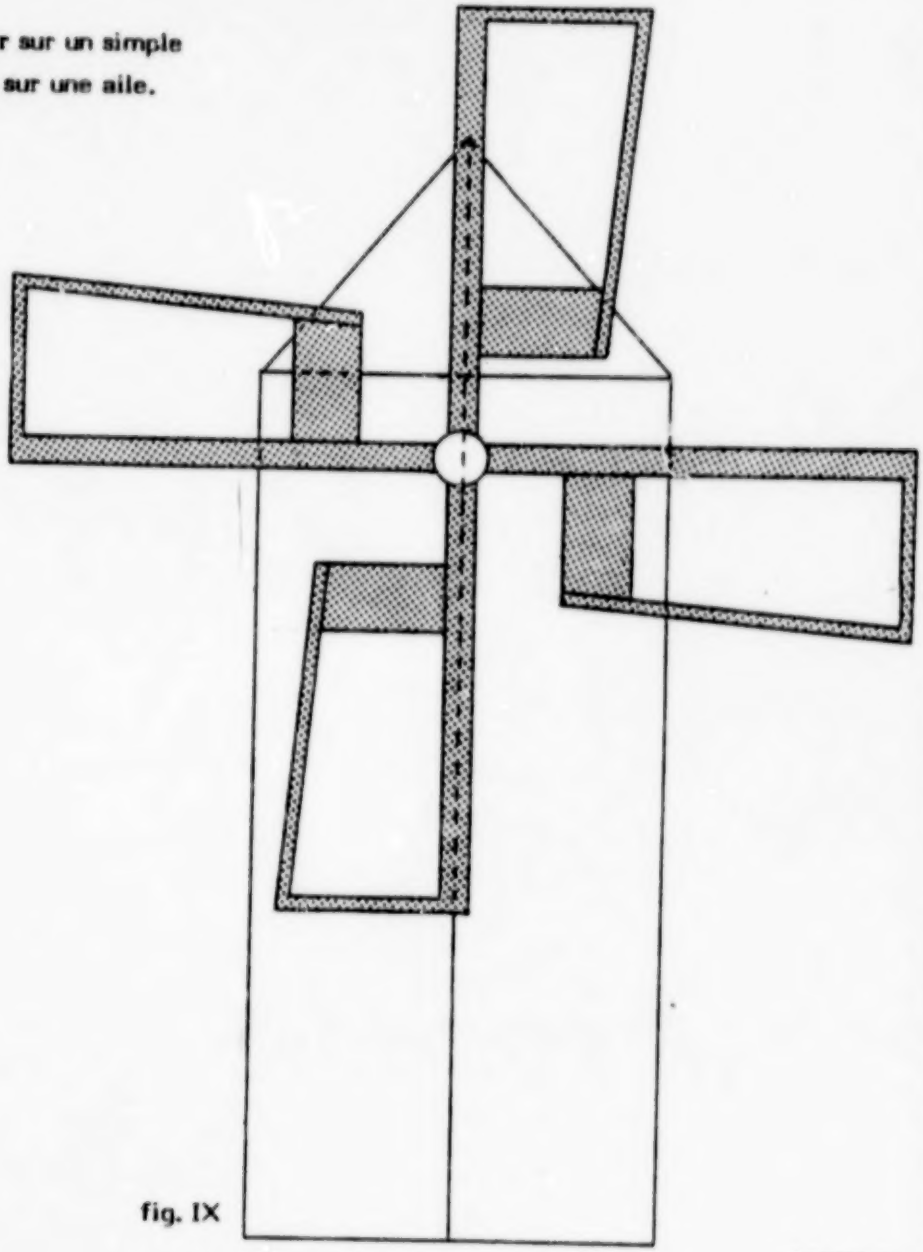


fig. IX